

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

О. В. ЯКИМЕНКО

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ
з дисципліни

**МЕХАНІЗАЦІЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА І
РЕМОНТНО-БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ**

(для студентів 4 курсу денної та заочної форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр, напряму 6.060101 – Будівництво спеціальності «Міське будівництво і господарство»)

**ХАРКІВ
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2016**

Якименко О. В. Конспект лекцій з дисципліни «Механізація та автоматизація будівництва і ремонтно-будівельних робіт» (для студентів 4 курсу денної і заочної форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр, напрям 6.060101 – Будівництво, спеціальності «Міське будівництво і господарство») / О. В. Якименко; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва. ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 149 с.

Автор: О. В. Якименко

Рецензент: доц. С. В. Шаповал

Рекомендовано на засіданні кафедри технології будівельного виробництва та будівельних матеріалів, протокол № 9 від 1 квітня 2016 р.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
Лекція 1 Комплексна механізація і автоматизація будівельних процесів.....	8
1.1 Загальні відомості	8
1.2 Механізація та автоматизація будівельних процесів	11
1.3 Вибір комплектів машин, продуктивність рівня механізації робіт	14
Лекція 2 Комплексна механізація транспортних процесів.....	18
2.1 Загальні відомості	18
2.2 Механізація доставляння будівельного вантажу	19
2.3 Вибір машин, оцінювання рівня механізації	20
2.4 Механізація навантажувально-розвантажувальних робіт	22
2.5 Продуктивність навантажувальних машин	24
Лекція 3 Комплексна механізація й автоматизація земляних робіт.....	27
3.1 Загальні відомості	27
3.2 Способи виконання земляних робіт	28
3.3 Механізація підготувальних і планувальних робіт	36
3.4 Закриті способи розроблення ґрунту, механізація робіт	41
3.5 Виконання земляних робіт у зимовий період, механізація робіт	43
Лекція 4 Комплексна механізація пальових робіт.....	52
4.1 Загальні відомості	52
4.2 Способи занурення паль, вибір комплектів машин	53
4.3 Влаштування набивних паль, механізація робіт	58
4.4 Контроль якості виконання робіт	64
Лекція 5 Комплексна механізація та автоматизація бетонних робіт	66
5.1 Загальні відомості	66
5.2 Структура процесу зведення монолітних залізобетонних конструкцій	67
5.3 Призначення, різновиди опалубки і вимоги до неї	68
5.4 Різновиди арматури, арматурних виробів та їх монтаж	71
5.5 Приготування та транспортування бетонних сумішей	74
5.6 Укладання й ущільнення бетонної суміші, механізація робіт	78
Лекція 6 Комплексна механізація спеціальних методів бетонування	84
6.1 Вакуумування бетону, механізація робіт	84
6.2 Торкретування бетону, механізація робіт	86
6.3 Укладання бетонної суміші під водою	88
6.4 Виконання бетонних робіт у надзвичайних умовах	92
6.5 Контроль якості виконання робіт	96

Лекція 7 Комплексна механізація монтажних робіт.....	98
7.1 Принципи та методи монтажу будівельних конструкцій	98
7.2 Транспортування збірних будівельних конструкцій	102
7.3 Вантажопідіймальні монтажні машини та механізми	103
7.4 Пристосування та інвентар для монтажних робіт	106
7.5 Монтаж будівельних конструкцій в проектне положення	109
7.6 Вибір оптимального варіанта монтажного крана	111
7.7 Вивірення елементів та закріплення конструкцій	117
Лекція 8 Сучасні методи механізації робіт з улаштування підлог	121
8.1 Конструктивні елементи та різновиди підлог	121
8.2 Улаштування монолітних підлог	122
8.3 Механізація улаштування монолітних підлог	125
Лекція 9 Механізація робіт під час реконструкції будівель і споруд	133
9.1 Загальні положення	133
9.2 Розбирання та ліквідація будівель і споруд	133
9.3 Вбудовані системи під час реконструкції будівель	135
9.4 Особливості замінювання збірних конструкцій	137
9.5 Підсилення конструкцій	138
9.6 Засоби механізації в умовах реконструкції	143
Список джерел	148

ВСТУП

Механізація будівельної галузі є одним з пріоритетних напрямів індустріалізації будівництва і безпосередньо впливаючи на цю галузь, вона зі свого боку, зазнає змін у зв'язку з переходом до індустріальних методів ведення робіт.

Створення бази для переходу до індустріальних методів будівництва, що характеризуються різноманіттям технологічних процесів (їх налічується більше 400) і засобів механізації, обумовлює необхідність розроблення нових різновидів машин для комплексної механізації та автоматизації будівельного виробництва. Досягнення успіху в цій справі дасть змогу перейти від комплексної механізації основних видів будівельних робіт до комплексної механізації зведення об'єктів загалом, впровадити в практику будівництва прогресивні технології, що базуються на використанні індустріальних методів і засобів автоматизації, максимально удосконалити структуру парку машин і скоротити обсяги робіт, під час яких застосовується ручна праця.

Перевагою механізованих методів є не тільки безпосередня заміна ручної праці механізованою. Необхідно переглянути весь комплекс будівельних процесів, щоб визначити всі можливі зміни, які відбудуться внаслідок заміни ручної праці механізованою, зокрема змінюючи технологію процесу зведення будівель і споруд, пристосовуючи її до нового рівня механізації, до наявних машин і засобів механізації.

Співвідношення між вартістю і продуктивністю машин, з одного боку, і вартістю і продуктивністю робочої сили, яку вони замінюють, з іншого боку, буде відрізнятися залежно від того, у якій країні їх будуть застосовувати. Із огляду на це одну й ту саму машину в різних країнах застосовувати недоцільно. Що вищою є заробітна плата робітників, які виконують ту чи іншу операцію (процес) вручну, щодо заробітної плати робітників, задіяних на виробництві і під час експлуатації машин, то вигідніше замінити ручну працю на цій операції (процесі) машинами.

Однак оскільки більш раннє завершення робіт передбачає введення в експлуатацію об'єкта (в економічний оборот) важливих національних ресурсів, що сприяє істотному збільшенню зайнятості та обсягу виробництва, застосування працезберігаючих технологій є виправданим. Це виправдано якщо витрати на механізовані роботи будуть значно перевищувати витрати під час використання ручної праці.

Якщо обсяги робіт невеликі, ефективність застосування машин здебільшого є мінімальною. Це обумовлено їх меншою (порівняно з ручною працею)

гнучкістю і низькою, щодо часу знаходження на будмайданчику, продуктивністю.

У наш час одним з найважливіших напрямів удосконалення конструкцій будівельних машин є створення універсальних машин із максимальною кількістю знімного змінного робочого обладнання. Вони легші й менш потужні порівняно зі спеціалізованими машинами звичайного розміру, однак для багатоцільового застосування їх можна використовувати з більшою інтенсивністю, ніж спеціалізовані машини. Отже, їх можуть використовувати дрібні підрядники для виконання невеликих обсягів робіт. Однак не можна з упевненістю стверджувати, що подібне обладнання є економічно вигіднішим, порівняно з орендою спеціальних машин або залученням, у разі необхідності, субпідрядників, що спеціалізуються на певному різновиді робіт.

Комплексна механізація і автоматизація будівництва і ремонтно-будівельних робіт – це прикладна наукова дисципліна, яка становить комплекс знань щодо технології будівельного виробництва, механізації (техніки), організації та економіки виробничих процесів. Під час вивчення дисципліни розглядаються основні принципи механізації та автоматизації будівельних процесів, обґрунтовується вибір комплектів машин, організація їхньої роботи з урахуванням прийнятої технології виконання будівельно-монтажних робіт.

Базовими для вивчення дисципліни є такі поняття: будівельна техніка, будівельні матеріали, інженерна геодезія, геологія, архітектура, будівельні конструкції, технологія будівельного виробництва.

Мета вивчення дисципліни – формування у студентів сукупності знань про сучасні методи та форми впровадження механізації, автоматизації й роботизації основних видів будівельних процесів.

Предметом вивчення дисципліни є методи механізації, схеми і структура сучасних комплексів машин, форми механізації основних різновидів робіт, методики вибору машин та механізмів.

У підсумку вивчення дисципліни студент повинен знати: різновиди будівельних процесів та способи їхнього виконання під час зведення, ремонту та реконструкції будівель і споруд; методики вибору технологічних рішень та форм упровадження механізації під час виконання робіт і розрахування основних технічних показників.

Конспект лекцій написано відповідно до робочої програми навчальної дисципліни «Механізація та автоматизація будівництва й ремонтно-будівельних робіт» для студентів 4 курсу денної та заочної форм навчання

освітньо-кваліфікаційного рівня підготовки бакалавр, напряму підготовки «Будівництво», спеціальності «Міське будівництво і господарство».

Для поглибленого вивчення курсу подано рекомендовану літературу.

Під час вивчення дисципліни необхідно самостійно ознайомлюватися з програмними документами щодо механізації та автоматизації будівельних процесів, будівельної технології, сайтами будівельних компаній та фірм в мережі Інтернет.

Лекція 1 КОМПЛЕКСНА МЕХАНІЗАЦІЯ І АВТОМАТИЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЦЕСІВ

1. 1 Загальні відомості

Комплексна механізація і автоматизація будівельного виробництва – це впровадження високоефективних систем машин і устаткування із використанням прогресивних технологій і організаційних заходів, що комплексно механізують і автоматизують як основні, так і допоміжні процеси в будівництві.

Будівництво – це галузь виробництва, у якій передбачено виконання робіт, пов'язаних із зведенням, ремонтом та реконструкцією будинків та споруд.

Будівельні процеси – це взаємопов'язані виробничі процеси, які спрямовані на отримання будівельної продукції (наприклад, екскавція ґрунту – розроблення ґрунту екскаватором; монтаж збірних конструкцій каркасу; фарбування стін тощо).

За складністю виконання будівельні процеси поділяють на окремі робочі операції та на прості й комплексні робочі трудові процеси.

Процеси будівельного виробництва класифікують, розподіляючи їх за технологічними ознаками на заготівельні; транспортні; підготувальні й монтажно-укладальні.

Заготівельні процеси – це процеси виготовлення й забезпечення об'єкта, що зводиться, необхідними деталями, виробами, матеріалами підвищеного ступеня готовності до застосування.

Ці процеси здійснюють на спеціалізованих підприємствах (заводах збірного залізобетону, заводах товарного бетону) або в умовах будівельного майданчика (об'єктні бетонно-розчинові вузли, арматурні цехи тощо).

Транспортні процеси включають доставку (переміщення) будівельних матеріалів, виробів та технічних засобів, зокрема вантажно-розвантажувальні операції.

Під час вибору машин необхідно враховувати, що процеси переміщення будівельних матеріалів і виробів до робочих місць у межах будівельного майданчика здійснюють за допомогою спеціального технологічного транспорту: монтажних кранів, бетононасосів, бетоноукладальних комплексів, транспортерів. Будівельні вантажі до будівельного майданчика переміщують за допомогою транспортних засобів загально-будівельного призначення або спеціалізованих.

Підготувальні процеси розпочинають до початку виконання основних будівельно-монтажних робіт і забезпечують їхню ефективність (штучне закріплення ґрунтів, укрупнене складання конструкції, облаштуваність конструкцій, які монтують за допомогою допоміжних пристроїв тощо).

Монтажно-укладальні процеси забезпечують створення продукції будівельного виробництва. Вони полягають у переробленні, змінюванні форми

чи додаванні нових властивостей матеріальним елементам будівельних об'єктів, наслідком чого є створення будинків, споруд або їхніх частин.

Ці процеси можуть бути *базовими* (цегельне мурування, тинькування, улаштування підлог, прокладання комунікацій) і *допоміжними* (кріплення стінок траншей, огорожування, встановлення риштування тощо).

За значенням для виробництва будівельні процеси поділяють на *провідні* й *сумісні*.

Провідні (головні) процеси належать до безперервного технологічного циклу і визначають тривалість будівництва об'єкта. *Сумісні* процеси виконують паралельно з головними (поза потоком), що сприяє значному скороченню тривалості будівництва.

Знаряддя виробництва під час проведення будівельних робіт: інструменти, пристосування, машини, автоматичні пристрої.

Інструменти можуть бути базовими й допоміжними, ручними й механізованими (ручна машина).

Базові інструменти безпосередньо впливають на предмет праці з метою виконання того чи іншого процесу або операції.

Допоміжні інструменти використовують для переміщення, фіксації і перевірки (вимірювання) предмета праці.

Механізований інструмент (ручна машина) приводять у рух за допомогою різних двигунів (компактних), він частково або повністю передає свою вагу і реактивну силу (під час роботи) на руки людини-оператора.

Пристосування дають змогу розташовувати в просторі необхідним чином засоби праці, предмети праці, виконавців, готову продукцію і переміщувати їх в процесі праці. Використання пристосувань сприяє збільшенню точності оброблення предметів праці і зменшенню трудомісткості робіт.

Інвентар – це пристосування, призначені для зберігання й транспортування матеріалів, а також забезпечення дотримання вимог охорони праці.

Ручна машина (механізований інструмент) – машина, забезпечена вбудованим двигуном, під час роботи якої маса машини повністю або частково сприймається руками оператора.

Деталь – елемент машини, який не може бути без руйнування всього об'єкта розібраний на простіші складники машин.

Модульний принцип – спосіб створення машини не з окремих елементів або спеціально сконструйованих збірних одиниць, а з уніфікованих моделей.

Модуль – уніфікований вузол або частина машини, що складається із взаємозамінного комплексу деталей серійного виробництва і виконує самостійну функцію. Розрізняють кабінний модуль, модуль металоконструкцій вежі, стріли, модуль лебідки, модуль приводу, модуль приладу безпеки тощо.

Нормокомплект (технологічний комплект) – необхідний набір засобів малої механізації, обладнання, інструменту, інвентарю, пристосувань, засобів контролю, особистого та колективного захисту, пов'язаних собою за параметрами і продуктивністю, розрахований на певний чисельно-кваліфікаційний

склад бригади, що виконує певну БМР і забезпечує (сприяє) якісну, продуктивну роботу з дотриманням вимог техніки безпеки.

Комплект машин – сукупність узгоджено працюючих і взаємопов’язаних продуктивністю та іншими параметрами основних і допоміжних машин під час виконання технологічно подібних трудомістких процесів і операцій.

Комплекс машин – це комплект машин або кілька комплектів, що сукупно й узгоджено працюють і взаємопов’язані за продуктивністю й іншими параметрами під час виконання різноманітних робіт або декількох робіт, що забезпечують зведення будівлі або споруди.

Парк будівельних машин – середньорічна кількість (потужність, вантажопідйомність) машин, необхідних для виконання будівельною організацією річної програми будівельно-монтажних робіт.

Маневреність – здатність машини працювати, пересуватися й розгортатися в обмежених умовах. Вона визначається габаритними розмірами і радіусами повороту.

Прохідність – здатність машини переміщуватися з необхідною швидкістю по різних основах під час дії на машину зовнішніх сил. Вона визначається різновидом і станом привідного обладнання, питомим тиском на основу, величиною колії й бази, дорожнім просвітом тощо.

Мобільність – здатність машини переміщуватися з об’єкта на об’єкт за певний час. Оцінюється не тільки швидкістю пересування й здатністю набувати розраховуваної швидкості, а й часом, що витрачається на переведення машини з робочого положення в транспортне і назад.

Надійність – властивість машини, обумовлена безвідмовністю її роботи й довговічністю.

Безвідмовність – здатність машини безупинно зберігати роботоздатність протягом деякого часу або деякого періоду роботи без вимушених перерв.

Відмова – порушення роботоздатності машини.

Довговічність – здатність машини зберігати роботоздатність до настання граничного стану в разі встановленої системи технічного обслуговування й ремонту.

Роботоздатність – стан машини, за якого вона може безперебійно функціонувати, зберігаючи задані параметри.

Ремонтпридатність – пристосованість машини до попередження, виявлення та усунення відмов і несправностей шляхом проведення технічного обслуговування та ремонту.

Збереженість – здатність машини зберігати сталий і працездатний стан протягом і після терміну зберігання й транспортування.

Конструктивні вимоги – здатність машин виконувати певні функції за заданих умов роботи, відповідати всім показникам сучасних стандартів, кращим вітчизняним і зарубіжним зразкам, бути високопродуктивною, міцною і надійною в роботі.

Технологічні вимоги – простота і зручність виготовлення деталей, комплектування складальних одиниць і машини загалом, з використанням

ефективних технологій (під час виготовлення машини), зручність замінювання деталей, вузлів і агрегатів та їхнє технічне обслуговування й ремонт (під час технічної експлуатації машин), простота і зручність переоснащення машини змінним обладнанням та здатність машини пристосовуватися до змінених умов роботи (під час виробничої експлуатації).

Економічні вимоги – зниження вартості самої машини, її експлуатації та вартості одиниці виготовлюваної нею продукції, забезпечення її економічної ефективності.

Соціальні вимоги – передбачено створення машин, пристосованих до потреб людини (ергономіка) (ураховуючи всі її особливості – фізичні, зорові, психологічні, конституцію тіла), які однозначно забезпечують дотримання вимог охорони праці, санітарної гігієни, автоматизації процесів управління та контролю і підвищення продуктивності.

Технічний рівень машини – властивості машини, що визначають ступінь її конструктивні досконалості.

Стійкість машини – здатність протистояти перекиданню, заносу, ковзанню. Залежить від розташування центру тяжіння, опорного контуру, ухилу майданчика (дороги), інерційних навантажень, підвітряних площ, робочих швидкостей і їхнього регулювання.

Якість будівельних машин – сукупність властивостей, які обумовлюють їхню придатність задовольняти потреби будівництва відповідно до призначення. Рівень якості машини характеризується сукупною оцінкою технічного рівня, якості виготовлення і рівня якості експлуатації.

Нові будівельні машини – машини нового типорозміру в параметричному ряду певного різновиду машин, що раніше не випускали (типорозмір регламентується стандартом або, за його відсутності, вихідними вимогами); машини зі значно зміненими, порівняно з попередніми моделями, базовими робочими параметрами, способом виконання робочих функцій, різновидом приводу.

Виокремлюється як особлива група принципово нових (нетрадиційних) машин, у конструкції яких застосовано нові принципи взаємодії робочих органів із робочим середовищем, що раніше не використовувалися, різновиди силових установок, а також нові технологічні та конструктивні рішення, що базуються на розробках і відкриттях фундаментальних наук.

Сертифікація – дії, що проводять з метою підтвердження відповідності машини стандартам або технічним умовам, і видача відповідних документів.

Параметричні (типорозмірні) ряди – ряди машин одного різновиду, що різняться за значеннями головного параметра. Ряди машин встановлюють із метою зменшення випуску типорозмірів машин, можливості уніфікації, модифікування на базових машинах, спрощення експлуатації машин. Ряди машин будують на підставі бажаних чисел, рядів головних параметрів.

1.2 Механізація та автоматизація будівельних процесів

Для інтенсифікації будівельного виробництва та забезпечення його високої продуктивності у сучасному будівництві використовують комплекси засобів механізації та автоматизації технологічних процесів.

Усі будівельні процеси класифікують за ступенем участі машин і засобів механізації та автоматизації під час їхнього виконання.

Механізація будівництва – сукупність технічних засобів, які застосовують у будівельному виробництві для комплексно-механізованого виконання будівельно-монтажних або інших різновидів робіт.

Технічні засоби – це будівельні машини, обладнання малої механізації, силове устаткування, автотранспортне обладнання. Вони складають базову, активну частину виробничих фондів будівельних організацій і підрозділів малої механізації.

Механізація будівельних процесів – заміна ручної праці на роботу машин і механізмів, якими керують і які контролюють робітники-оператори.

Комплексна механізація будівельних робіт – спосіб виконання будівельних робіт, за якого основні й допоміжні, важкі й трудомісткі процеси виконують за допомогою машин або комплекту машин, параметри яких потібні (продуктивність, вантажопідйомність, швидкість, режим роботи тощо). Під час потокового виконання робіт забезпечується висока продуктивність головних і допоміжних машин та техніко-економічні показники механізації.

За ступенем використання засобів механізації та особливостями роботи будівельників під час виготовлення продукції виокремлюють такі будівельні процеси:

- *ручні*, коли всі робочі операції будівельного процесу робітники виконують вручну, використовуючи ручний або механізований інструмент (механізований інструмент – це ручні машини із вмонтованим двигуном);

- *механізовані*, коли одну або деяку частину робочих операцій будівельного процесу виконують за допомогою машин і механізмів, якими керують і які контролюють робітники-оператори, а інші робочі операції виконують вручну;

- *комплексно-механізовані*, коли всі робочі операції будівельного процесу виконують за допомогою раціонально підібраних комплектів машин і механізмів, а всі будівельники, задіяні в цьому процесі, виконують лише функції керування й контролю за роботою машин і механізмів;

- *автоматизовані*, оснащення механізованого будівельного процесу, за якого керують роботою машин і контролюють їх прилади й автоматичні пристрої;

- *комплексно-автоматизовані (автоматичні)*, коли всі робочі операції будівельного процесу виконують, а також керують ними машини-автомати, які працюють за спеціальної програмою.

Сукупність засобів малої механізації, ручного й механізованого інструменту, пристроїв і технологічного оснащення, узгоджених між собою за призначенням, продуктивністю та іншими параметрами (ємністю ковша,

вантажопідйомністю, швидкістю робочих переміщень тощо), становить технологічний комплект засобів малої механізації (нормокомплект).

Нормативний комплект розраховано на виконання певного різновиду ручних процесів і операцій відповідно до обраної технології, визначеної за кількісно-кваліфікаційним складом виконавців – бригади робітників.

Комплект машин – сукупність подібних машин і механізмів, робота яких узгоджена за технологічним призначенням, технічним рівнем та продуктивністю. Застосовують комплекти для механізації простих робочих процесів: розроблення ґрунту, укладання бетонної суміші, монтажу конструкцій.

До комплекту входять одна або декілька ведучих машин, за допомогою яких виконують базові робочі операції (монтажно-укладальні тощо), і кілька (іноді одна) допоміжних машин, за допомогою яких виконують транспортні процеси й операції, а також резервні машини.

Наприклад, для механізованої екскавації ґрунту і планування майданчика формують комплект машин у такому складі: екскаватор (землерийна машина), який є ведучою машиною комплекту; автосамоскиди (допоміжні машини) для вивезення ґрунту; котки (допоміжні машини) для ущільнення ґрунту. Комплекти підбирають за продуктивністю та базовими робочими параметрами ведучої машини (екскаватора).

Комплекс машин – сукупність комплектів машин і механізмів, подібних за різновидом кінцевої продукції, які застосовують для комплексної механізації складних будівельних процесів: монтаж збірних конструкцій каркаса будинку; виконання монолітних бетонних і залізобетонних робіт тощо.

Прикладом може слугувати комплекс машин такого складу: комплект машин для екскавації і транспортування ґрунту (екскаватор-автосамоскид) і комплект машин для укладання ґрунтів у насип (бульдозер, автогрейдер, скрепер, ґрунтоущільнювальна машина тощо), сформовані для комплексної механізації складного процесу кінцевої продукції, якого є земляний насип.

Сучасні будівельні технології ґрунтуються на виконанні будівельних процесів за допомогою комплексно-механізованих методів з використанням систем автоматизації окремих технологічних процесів і операцій.

Під час виконання земляних, монтажних, бетонних, опоряджувальних та інших робіт і процесів використовують роботизовані технологічні комплекси. Для приготування напівфабрикатів (сухих сумішей будівельних розчинів і бетонів, фарб, арматурних виробів, опалубок тощо) використовують гнучкі автоматизовані виробництва – заводи і установки. Поширення набуває використання будівельних машин багатофункційного призначення, обладнаних спеціальним робочим пристроєм (іноді двома й більш), що дає змогу виконувати декілька робочих операцій за допомогою однієї машини.

Машини та механізми впроваджують за такими формами: часткова та комплексна механізація; автоматизація й роботизація процесів, що забезпечує рівень механізації земляних робіт більше ніж 95 %; монтажних – на 80 %; штукатурних та малярських – на 70 %; опоряджувальних робіт – до 60 %.

1.3 Вибір комплектів машин, продуктивність рівня механізації робіт

Комплексна механізація. Машини й механізми для комплексної механізації будівельних процесів та робіт обирають на підставі зіставлення їхніх робочих і експлуатаційних параметрів з відповідними конструктивно-технологічними характеристиками та вимогами обраної технології виконання певного різновиду робіт, а також з урахуванням базових форм упровадження машин у будівельне виробництво.

Якщо застосовують *часткову механізацію*, машини виконують лише частину загального комплексу робіт; використовують і ручну працю.

Якщо застосовують *комплексну механізацію*, усі базові й допоміжні операції та процеси виконують за допомогою комплексу машин.

Комплект машин складається із однієї або декількох ведучих, допоміжних і резервних машин.

Усі машини комплексу для певного різновиду робіт необхідно узгодити за продуктивністю, технічними показниками та технологічним призначенням.

Обираючи комплект машин для забезпечення комплексної механізації, необхідно врахувати, що ведуча машина досягне найвищої продуктивності тільки в тому разі, якщо продуктивність будь-якої машини з комплексу на кожному допоміжному процесі буде на 10...15 % більша.

Ефективність комплектної механізації забезпечується не кількістю машин в комплекті, а ступенем їхнього раціонального використання за призначенням та своєчасним оновленням комплексу сучасними машинами та обладнаннями.

Ступінь упровадження механізації робіт у будівництві оцінюють за *рівнями механізації* (P_M) та *комплексної механізації* (P_{KM}), *механооснащеності праці* (M_n) *енергооснащеності* (E).

Рівень механізації (P_M) визначають як відсоткове відношення обсягу будівельно-монтажних робіт у натуральному вимірі (V_M), виконаних механізованим способом, до загального обсягу (V) будівельно-монтажних робіт за формулою:

$$P_M = \frac{V_M}{V} \cdot 100. \quad (1.1)$$

Рівень комплексної механізації (P_{KM}) визначають як відсоткове відношення обсягу будівельних робіт у натуральному вимірі (V_{KM}), виконаних комплексно-механізованим способом, до загального обсягу будівельно-монтажних робіт (V) за формулою:

$$P_{KM} = \frac{V_{KM}}{V} \cdot 100. \quad (1.2)$$

Механооснащеність праці (M_n) – визначають у відсотках відносно балансової вартості машин та механізмів (B_M) до середньої кількості робітників (n_p)

$$M_n = \frac{B_M}{n_p} \cdot 100. \quad (1.3)$$

Енергооснащеність праці E – відношення сумарної потужності двигунів (N кВт), машин на будівництві до середньої кількості робітників (n_p), які задіяні на цьому будівельному об'єкті

$$E = \frac{N}{n_p}. \quad (1.4)$$

Автоматизація і роботизація. Автоматизація і роботизація будівельних процесів, як одна з форм упровадження в будівництво, забезпечує заміну ручної праці автоматичними приладами. Розрізняють часткову й комплексну автоматизацію.

Рівень автоматизації робіт визначають за допомогою коефіцієнта автоматизації:

$$K_a = \frac{t_a}{t_a + t_n} \cdot 100, \quad (1.5)$$

де t_a t_n – тривалість виконання автоматизованих і неавтоматизованих операцій керування відповідно, год.

Якщо $K_a \geq 0,98$, рівень автоматизації високий; $K_a \geq 0,5$ – середній; $K_a \leq 0,5$ – низький.

За сучасного рівня розвитку будівництва під час виконання малярських, монтажних, зварювальних, підйомно-транспортних робіт можна використовувати *роботів* або *маніпулятори*.

Обираючи комплект машин, необхідно врахувати, що головним параметром конструктивно-експлуатаційної характеристики машини є її продуктивність, тобто кількість продукції, яку машина здатна виробити за одиницю часу (годину, зміну, рік). Розрізняють три категорії продуктивності машин: *теоретичну* (конструктивно-розрахункову), *технічну* й *експлуатаційну*.

Теоретична продуктивність (Π_p) – це розраховувана кількість продукції, що виробляється за одну годину чистої (безперервної) роботи за умовного матеріалу й розраховуваних швидкостей. Її застосовують для зіставлення машин різних типорозмірів.

Технічна продуктивність (Π_T) – це кількість продукції, що виробляється за одну годину безперервної роботи з урахуванням виробничих (певних) умов праці.

Технічну продуктивність визначають за такою залежністю:

$$\Pi_T = \Pi_p \cdot K_y, \quad (1.6)$$

де K_y – коефіцієнт технічного використання, за якого враховано конкретні умови роботи (для екскаваторів – це група ґрунту, висота забою, коефіцієнт наповнення ковша, кут повороту).

За цією продуктивністю оцінюють ступінь наближення до максимального виробітку в певних умовах роботи машини.

Для машини циклічної дії технічну продуктивність визначають так:

$$K_T = 3600 \cdot \frac{q}{t_{\text{ц}}} \cdot K_{y\text{y}}, \quad (1.7)$$

де q – кількість продукції, що виробляється за один робочий цикл (т, м);

$t_{\text{ц}}$ – тривалість робочого циклу, с.

Для машини безперервної дії, яка переміщує сипкі вантажі:

$$P_T = 3600 \cdot S \cdot V \cdot K_y, \quad (1.8)$$

або

$$P_T = 3600 \cdot S \cdot V \cdot p \cdot K_y, \quad (1.9)$$

штучні вантажі відповідно:

$$P_T = \frac{3600 \cdot b \cdot V}{a} \cdot K_y, \quad (1.9)$$

де S – розраховувана площа перерізу матеріалу, що переміщується, м^2 ;

V – швидкість руху матеріалу, м/с ;

p – щільність матеріалу, т/м^3 ;

b – кількість однієї порції матеріалу, м^3 або т ;

a – відстань між окремими порціями матеріалу, м .

Експлуатаційна продуктивність (P_e) – кількість продукції, що виробляється за одиницю часу з урахуванням конкретних умов, усіх перерв у роботі, пов'язаних з вимогами експлуатації, організаційними причинами та неналагодженнями. Розрізняють три норми експлуатаційної продуктивності: *годинну, змінну й річну*.

Годинна експлуатаційна продуктивність (P_e) – виробнича норма виробітку ($\text{м}^3/\text{год}$; т/год ; шт/год), яка враховує перерви лише через конструктивно-технічні й технологічні причини в межах робочої зони, не враховують простої через метеорологічні та організаційні причини:

$$P_e = P_T \cdot K_B \cdot K_M, \quad (1.10)$$

де K_B , K_M – коефіцієнти використання робочого часу та продуктивності відповідно (за останнього враховується стан машини, кваліфікація машиніста).

Змінну експлуатаційну продуктивність (P_z) визначають за формулою:

$$P_z = P_e \cdot T, \quad (1.11)$$

де T – тривалість зміни, год .

Продуктивність базової машини має забезпечувати заданий темп виконання ведучого будівельного процесу, а продуктивність допоміжних машин комплексу – безперервну роботу основної машини без зниження її продуктивності, тобто їх продуктивність має бути рівною або дещо більшою (на 10...15 %) за продуктивність базової машини:

$$I_n = P_k \leq P_o \leq P_d, \quad (1.12)$$

де I_n — заданий темп виконання головного будівельного процесу, виражений у одиницях будівельної продукції (м^3 , т, шт.), що випускається за одиницю часу (год, зміну);

P_k, P_o, P_d — експлуатаційні продуктивності відповідно до комплекту машин, базової машини і допоміжних машин комплекту, розраховані в одиницях виміру продукції на одиницю часу ($\text{м}^3/\text{год}$; т/зміну).

Оптимальний варіант механізації будівельних процесів обирають на підставі порівняння базових і допоміжних показників.

Лекція 2 КОМПЛЕКСНА МЕХАНІЗАЦІЯ ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ

2.1 Загальні відомості

Одним з основних етапів технологічного процесу сучасного індустріального будівництва є доставляння до місця роботи будівельних матеріалів, виробів, конструкцій та обладнання. Витрати на транспортні і вантажно-розвантажувальні роботи становлять 20...25 % загальної вартості будівельно-монтажних робіт, а їхня трудомісткість – 40...50 % загальної трудомісткості будівництва. Отже, раціональний вибір транспортних засобів в разі комплексної механізації не тільки сприяє зменшенню витрат на перевезення вантажів, а й забезпечує мінімальні загальні витрати на технологічні процеси та збільшення продуктивності.

Під час виконання робіт використовують усі різновиди транспорту: залізничний, автомобільний, водний, повітряний, трубопровідний тощо. Різновид транспорту обирають залежно від наявності й стану доріг, особливостей і кількості переміщуваного вантажу, відстані перевезення й часу, які необхідні для його доставляння. Обов'язкова умова ефективності транспортування вантажу – забезпечення його початкової якості.

Транспортні засоби класифікують таким чином:

- *за відстанню дії*: будівельні і загального призначення;
- *за режимом роботи*: циклічні й безперервні;
- *за різновидом шляху*: безрейкові, рейкові, водні, повітряні, трубопровідні засоби;
- *за різновидом тяги*: з автономними двигунами; з двигунами, що працюють від зовнішніх енергетичних джерел; причіпні та гравітаційні;
- *за напрямом руху робочих органів*: тільки для горизонтального переміщення (автомобілі, залізничні вагони тощо), тільки для вертикально-горизонтального переміщення (баштові крани, бетононасоси тощо);
- *за спеціалізацією*: спеціалізовані та загального призначення;
- *за суміщенням*: засоби, призначені тільки для перевезення вантажів; засоби, які одночасно з переміщенням здійснюють і технологічні операції (баштові крани, автобетонозмішувачі, скрепери).

2.2 Механізація доставляння будівельного вантажу

На сучасному етапі розвитку будівництва механізація доставляння будівельного вантажу становить понад 90 %.

Техніко-економічні показники та ефективність перевезень у сучасному будівництві значною мірою залежать від раціонального вибору, конкретних умов, транспортних засобів доставляння будівельного вантажу та обраної схеми перевезень.

Транспорт у будівництві класифікують так:

- *за призначенням* (загальний та технологічний);
- *за поєднаністю із базовим виробництвом* (зовнішній і внутрішній);

– за функційним призначенням (горизонтальний і вертикальний).

За допомогою зовнішнього транспорту будівельні вантажі доставляють на будівельний майданчик, далі їх переміщують за допомогою внутрішньобудівельного транспорту. Зовнішні будівельні перевезення здійснюють залізничним, автомобільним, водним та повітряним транспортом.

Внутрішньобудівельний транспорт використовують у межах будівельного майданчика для доставлення матеріалів, напівфабрикатів та конструкцій безпосередньо на робоче місце. За функційним призначенням ці транспортні засоби поділяють на *горизонтальні* й *вертикальні*.

Горизонтальні засоби транспортування застосовують для переміщення вантажів по території будівельного майданчика. До них належать автомобілі різного призначення, автопоїзди, залізничні вагони, стрічкові конвеєри, трубопроводи. За допомогою вертикальних засобів матеріали, конструкції та деталі подають безпосередньо на робочі місця; до них належать різноманітні крани, промислові ліфти, бетононасоси, лебідки, підйомачі.

Різновид транспорту обирають залежно від відстані, обсягу перевезень, наявності шляхів, різновиду вантажів, розташування баз відправлення, собівартості перевезення 1 т вантажів. Під час визначення найбільш раціонального різновиду транспорту та вибору транспортних засобів обов'язково потрібно враховувати ступінь транспортабельності вантажів, які перевозять.

Транспортабельність – здатність вантажів зберігати в процесі перевезення свою первісну якість. Так, бетонні суміші та розчини під час транспортування здатні до розшарування, тому під час зовнішніх перевезень бетонних сумішей та розчинів потрібно застосовувати такий технологічний транспорт, як бетоновози, автомобільні бетонозмішувачі, розчиновози.

У межах населеного пункту під час спорудження будівель у зоні наявної забудови або в місцях масового будівництва найдоцільніше використовувати автомобільний транспорт.

Використовують автомобілі загального призначення – бортові автомобілі, самоскиди, тягачі та спеціального – панелевози, колоновози, фермовози, цементовози, автомобільні бетонозмішувачі тощо.

У будівництві широко застосовують систему централізованих перевезень. Це така організація роботи автотранспорту, за якої його зосереджують на великих спеціалізованих автотранспортних підприємствах, а вантажі перевозять за замовленнями будівельних організацій.

Перевагою такої системи є більш раціональне використання транспортних засобів внаслідок скорочення неробочих пробігів та зменшення простоювань під час вантажно-розвантажувальних робіт. Роботу транспорту необхідно організувати так, щоб кожна транспортна одиниця могла перевезти найбільшу кількість вантажів за менши часу, дотримуючись при цьому технічних, технологічних і економічних умов. Під час будь-яких різновидів транспортування передбачено впровадження раціональних комплектів машин і механізмів та схем перевезень із метою поліпшення умов праці та зменшення обсягів ручної праці.

2.3 Вибір машин, оцінювання рівня механізації

Обираючи машини для транспортування будівельних вантажів, необхідно обґрунтувати схему перевезень.

У будівництві використовують маятникову й човникову схеми авто-транспортних перевезень.

За маятковою схемою причепа не відокремлюють від тягача. Цю схему доцільно використовувати в разі необхідності розвантаження матеріалів на об'єктні склади та під час спорудження будівель із однакових конструктивних елементів (рис. 2.1, а).

За човниковою схемою один тягач використовують для обслуговування кількох причепів (рис. 2.1, б). Ця схема ефективна під час виконання монтажних робіт із транспортних засобів, тобто збірні конструкції не розвантажують на об'єктному складі, а одразу з транспортних засобів подають на робочі місця, де їх встановлюють у проектне положення. У процесі проектування поточкових методів роботи автотранспорту слід дотримуватися таких умов: своєчасно завантажувати транспорт на підприємство-постачальник; вчасно доставляти вантажі на будівельний майданчик; швидко розвантажувати транспорт.

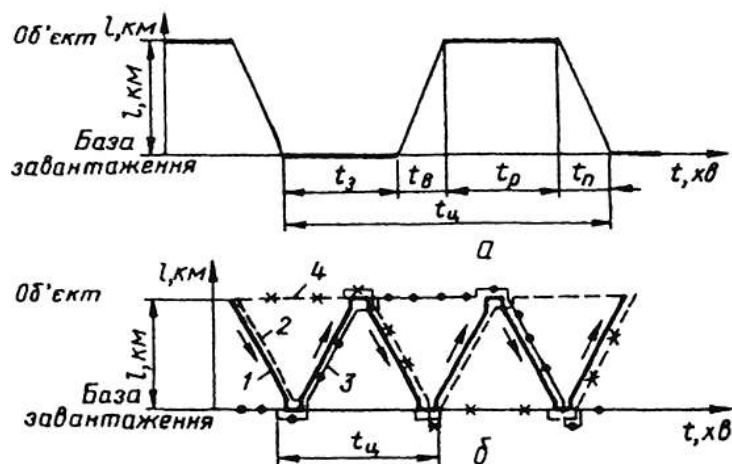


Рисунок 2.1 – Графік роботи транспорту: а – за маятковою схемою; б – за човниковою схемою; 1 – графік роботи тягача; 2–4 – графік роботи причепів

Найефективнішою є схема, яка забезпечує найбільшу продуктивність автотранспорту й своєчасне доставляння матеріалів на об'єкт.

Цикл роботи транспортної одиниці ($t_{ц}$, хв) за маятковою схемою:

$$t_{ц} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5. \quad (2.1)$$

За човниковою схемою:

– для причепа:

$$t_{ц} = t_2 + t_4 + 2 \cdot t_6 + 2 \cdot t_7; \quad (2.2)$$

– для тягача:

$$t_{ц} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5, \quad (2.3)$$

де t_1 — час завантаження машин;
 t_2 — час на перевезення вантажу;
 t_3 — час на розвантаження машин;
 t_4 — час на повернення машин під завантаження;
 t_5 — час на маневри машин;
 t_6 — час на причеплення причепа до тягача;
 t_7 — час на відчеплення причепа від тягача.

Продуктивність автомобільного транспорту (автомобіля або автопоїзда), змінну в тонно-кілометрах, та необхідну кількість транспортних засобів визначають для кожного вантажопотоку за формулою:

$$\Pi = \frac{g \cdot T_1 \cdot K_1}{(t + 2\frac{l}{V})}, \quad (2.4)$$

де g — вантажопідйомність транспортної машини;
 T_1 — тривалість роботи за зміну, год.;
 K_1 — коефіцієнт використання за вантажопідйомність;
 t — час простою під навантаженням і розвантаженням, год.;
 l — відстань транспортування вантажу в один кінець, км;
 V — середня швидкість руху автотранспорту, км/хв.

Необхідну кількість автосамоскидів, що забезпечують безперервну роботу ведучих машин, визначають за формулою:

$$N = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5}{t_1}, \quad (2.5)$$

де N — кількість автосамоскидів.

Якщо відстань транспортування перевищує 4 км, то t_2 розраховують за формулою:

$$t_2 = \frac{2 \cdot l}{V} \quad (2.6)$$

Обираючи транспортний засіб для перевезення вантажу на будівельний майданчик, спочатку визначають найбільш ефективні різновиди, урахувуючи розташування основних постачальників, а далі встановлюють найоптимальніші серед усіх види транспорту.

2.4 Механізація навантажувально-розвантажувальних робіт

Транспортування будівельних вантажів передбачає застосування трудомістких процесів навантаження і розвантаження транспортних засобів. Для зменшення витрат праці та собівартості навантажувально-розвантажувальних робіт їх виконують за допомогою комплексно-механізованих методів. Транспортування будівельних вантажів передбачає навантаження на місці відправлення і розвантаження на місці прибуття. Процеси навантаження-

розвантаження на сьогодні повністю механізовані. Для цього використовують машини й механізми загального та спеціального призначення.

Комплексна механізація навантажувально-розвантажувальних робіт передбачає виконання усіх базових процесів і операцій навантаження й розвантаження транспортних засобів за допомогою комплексу поєднаних за продуктивністю й технічними параметрами машин.

За принципом роботи всі механізми для навантажувально-розвантажувальних робіт поділяють на дві групи: які працюють самостійно і які є частиною конструкції транспортних засобів. До першої групи механізмів належать усі типи кранів, навантажувачі циклічної та безперервної дії, механічні лопати, пересувні стрічкові конвеєри, пневматичні розвантажувачі тощо. До другої групи – автомобілі-самоскиди, транспортні засоби з саморозвантажувальними платформами, автономні засоби для саморозвантаження й навантаження тощо.

Крани стрілові автомобільні, на пневмоколісному й гусеничному ході, баштові, козлові, мостові, кран-балки широко використовують під час навантаження й розвантаження залізобетонних та металевих конструкцій, обладнання, матеріалів, що перевозять у пакетах, контейнерах тощо. Крани, обладнані спеціальними зачіпними пристосуваннями й грейферами, застосовують під час навантаження й розвантаження лісоматеріалів, щебеню, гравію, піску та інших сипких і дрібнокускових матеріалів. Для подавання бетонної суміші до місця виконання робіт використовують крани, обладнані спеціальними бункерами-цебрами.

Для роботи зі штучними й сипкими вантажами широко використовують мобільні й універсальні навантажувачі. Їхнє використання є ефективним на об'єктах, де обсяги робіт невеликі, а будівництво розосереджене, також під час виконання підіймально-транспортних робіт у межах будівельного майданчика. Одноківшові самохідні навантажувачі обладнані ковшем для навантаження й вивантаження сипких і кускових матеріалів. Як почіпне та змінне обладнання вони мають вилкові підхоплювачі, щелепні захвати, бульдозерні відвали, розпушувачі, екскаваторні ковші зі зворотною лопатою.

За принципом дії розрізняють навантажувачі циклічної (одноківшові та вилкові) і безперервної (багатоківшові) дії.

За призначенням навантажувально-розвантажувальні машини поділяються на навантажувачі для штучних вантажів (виделкові) та сипких і дрібнокускових матеріалів (одно- й багатоківшові).

Одноківшові навантажувачі випускають з переднім, бічним і заднім розвантаженням ковша. На будівельних майданчиках навантажувачі використовують для вивантаження й переміщення вантажів на невеликі відстані, переміщення їх до підіймально-транспортних механізмів, для завантаження приймальних бункерів розчинних і бетонних вузлів, для різноманітних допоміжних робіт (див. рис. 2.2).

Багатоківшові навантажувачі (механізми безперервної дії) призначені для навантаження сипких і дрібнокускових матеріалів на автосамоскиди та інші

транспортні засоби. Це самохідна машина, на рамі якої закріплений черпальний механізм – живильник і елеватор або конвеєр. Такі машини можуть бути декількох типів: вони різняться за конструкцією живильника.

Робочим механізмом автонавантажувача є телескопічний підіймач з вилковим захватом; як змінне обладнання використовують кранову стрілу, ківш, затискачі для штучних вантажів та інші пристосування.

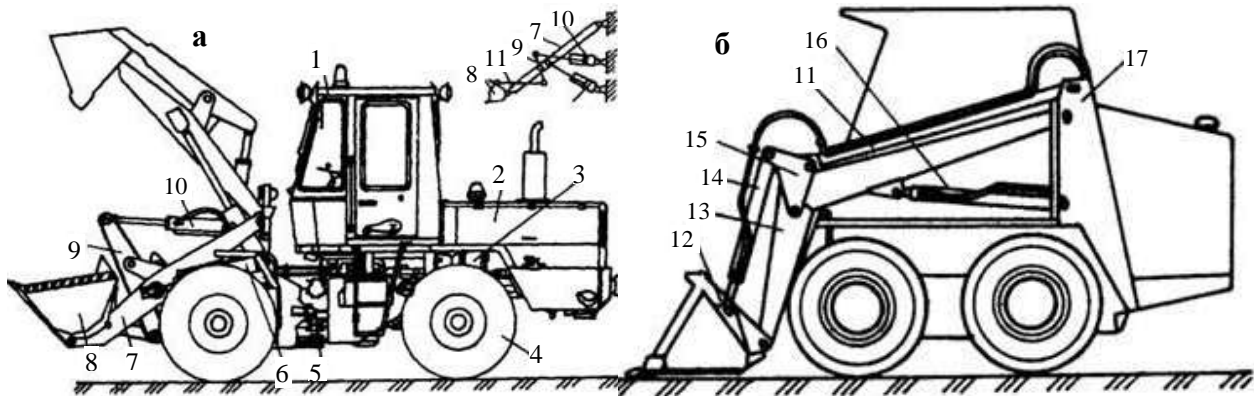


Рисунок 2.2 – Схеми навантажувачів: а – фронтальний; б – малогабаритний універсальний;
1 – кабіна; 2 – двигун; 3 – редуктор відбору потужності; 4 – провідні мости; 5 – шасі з шарнірно зчленованою рамою; 6 – гідроциліндр стріли; 7 – стріла; 8 – ківш; 9 – коромисло; 10 – гідроциліндр повороту ковша; 11 – тяги; 12 – супорт; 13 – стріла; 14 – гідроциліндри повороту супорта; 15 – важелі; 16 – підймальні гідроциліндри; 17 – напівпортал

Широко застосовують навантажувачі з телескопічною стрілою, які можна вважати універсальними, оскільки вони здатні завантажувати сипкі будівельні матеріали, контейнери, можуть використовуватися і як підіймачі з платформою для робітників. Вантажі, які піднімають, становлять (у різних виробників) 3,2...4,5 м, висота підйому – до 13 м. Конструктивне вирішення універсального візка на пневмоколісному ході сприяє легкому й швидкому змінюванню й приєднанню почіпного обладнання, зокрема укосини, що подовжує стрілу, різноманітних ковшів, кранового гака, цебер для бетону. Швидкість переміщення навантажувачів досягає 25 км/год. Привід на два або чотири колеса, гідростатична трансмісія й поворот задньої осі на 90° забезпечують їхню значну потужність і маневреність. Перевагою такого типу навантажувачів є повне піднімання й опускання стріли в межах 10 с, висування і втягування – до 14 с відповідно. Отже, телескопічний навантажувач може бути використаний як керований стрічковий конвеєр для переміщення вантажів через отвори в приміщенні і з нього. Якщо навантажувач має підймальну платформу, функцію керування механізмом і стрілою виконує ця платформа.

До саморозвантажувальних транспортних засобів, крім самоскидів і цементовозів, належать автомобілі з пристроями для безкранового саморозвантаження довгомірних конструкцій, або автономні кранові пристрої.

2.5 Продуктивність навантажувальних машин

Технічна продуктивність (м³/год) одноківшевих навантажувачів під час роботи з сипкими матеріалами розраховують за формулою:

$$P_T = \frac{3600 \cdot q \cdot K_H}{t_{\text{ц}} \cdot K_p}, \quad (2.7)$$

де q – ємкість ковша, м³;

K_H – коефіцієнт наповнення ковша;

K_p – коефіцієнт розпушення матеріалу;

$t_{\text{ц}}$ – тривалість циклу, с.

Під час роботи зі штучним вантажем технічну продуктивність (т/год) розраховують за формулою:

$$P_T = \frac{3600 \cdot G \cdot K_B}{t_{\text{ц}}}, \quad (2.8)$$

де G – вантажопідйомність навантажувача, т;

K_B – коефіцієнт використання за вантажопідйомністю.

Тривалість циклу складається з часу наповнення ковша, від'їзду від забою, під'їзду до транспорту чи відвалу, розвантаження й часу зворотного ходу.

Експлуатаційну змінну продуктивності багатоківшевого навантажувача машин безперервної дії розраховують за формулою:

$$P_e = 60 \cdot n \cdot q \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot T, \quad (2.9)$$

де n – кількість ковшів розвантажених за хвилину;

$$K_1 = \frac{K_H}{K_p};$$

$$K_2 = 0,8;$$

T – тривалість зміни, год.

Продуктивність багатоківшевих навантажувачів за тієї самої встановленої потужності на 40...60 % вища, ніж одноківшевих, і становить, 40...250 м³/год, висота розвантаження – 2,4...4,2 м.

Багатоківшеві навантажувачі розрізняють за типом ходового обладнання, живильника й транспортувальних частин.

Як транспортувальну частину часто використовують ківшеві, скребкові й стрічкові конвеєри. Поширення набув пневмоколісний навантажувач із живильником шнекового типу і ківшовим конвеєром.

У разі завантаження сипких, кускових і дрібноштучних вантажів застосовують також стрічкові конвеєри. Конвеєри можуть переміщувати вантажі на висоту до 5 м під кутом до 30°. Їх можна перевозити в частково розібраному вигляді на причепі до автомашини.

Конвеєр становить собою транспортний засіб для переміщення вантажів на невелику відстань. Типи конвеєрних пристосувань можуть бути

найрізноманітнішими і застосовуватися в різних галузях промисловості для транспортування, навантаження і вивантаження матеріалів.

Конвеєри, що застосовують в будівництві, за конструкцією поділяють на *стрічкові, пластинчасті, скребкові, ківшеві, гвинтові та інерційні*.

Пластинчастий конвеєр становить собою дві паралельні гілки металевих ланцюгів з роликами. Металеві ланцюги з'єднуються дерев'яними або металевими пластинами, які обирають залежно від того, які вантажі потрібно транспортувати. Дерев'яні пластини використовують, якщо транспортований вантаж упакований в дерев'яну тару. Сталеві пластини використовують для сипких матеріалів, наприклад вугілля, жужелю та інших сухих неупакованих вантажів.

Стрічковий транспортер становить собою кільцеву нескінченну стрічку з брезенту, парусини або сталі. Для транспортування сипких матеріалів з допомогою опорних роликів стрічці надають форми жолоба. Стрічковий конвеєр зручний тим, що не потребує великої висоти.

Канатний конвеєр містить жолоб і рухомий дротяний канат із дисками з металу, а також зубчасті барабани й привідне обладнання. На такому конвеєрі транспортують кам'яне вугілля, використовують його також для підведення колоди на лісопилну раму.

Скребковий конвеєр теж становить собою жолоб, у якому рухається ланцюг зі скребками, що переміщують матеріали. Завантажувати матеріали можна в будь-якій точці конвеєра, розвантажувати – через отвір у жолобі, або вже в кінці конвеєра.

Конвеєр з перевантаженням самопливом – комбінація ковшового елеватора та скребкового конвеєра. Такий тип конвеєра використовують для переміщення матеріалів по вертикалі і горизонталі одночасно. У гравітаційному роликовому конвеєрі для транспортування використовується сила тяжіння. Такий конвеєр становить собою ряд роликів, а пакування з товаром рухаються під ухилом по цих роликах.

Ковшовий конвеєр – паралельні ряди металевих роликового ланцюга, між роликами закріплено сталеві або чавунні ковші. Ковшові конвеєри використовують для переміщення вугілля, жужелю, цементу, щебеню як по горизонталі, так і по вертикалі.

Пневматичний конвеєр базується на використанні потоку повітря для переміщення вантажів. Такі конвеєри можуть бути двох типів. Конвеєр першого типу переміщує упаковані вантажі внаслідок різниці тисків повітря. У аеро-жолобі переміщується сипкий матеріал безпосередньо в повітряному потоці.

Вибір найраціональніших схем і способів механізації навантажувально-розвантажувальних та транспортувальних робіт ґрунтується на порівняльній оцінці варіантів техніко-економічних розрахунків.

Базовими показниками оцінки варіантів є вартість та трудомісткість механізованого перероблення вантажів; одноразові витрати; простоювання транспортних засобів під час навантажувально-розвантажувальних операцій.

Якщо обсяги транспортних перевезень значні, доцільно обрати транспортну схему поставлення будівельних матеріалів, конструкцій, деталей і виробів, обґрунтувати потреби щодо транспортних засобів, розробити графіки їхньої роботи, технологічно пов'язавши їх з графіками будівництва об'єктів, діяльністю перевантажувальних баз, залізничних станцій, річкових і морських портів і пристаней, повітряних портів.

Якщо обсяги робіт перевезення значні, проект виконання транспортних робіт розробляють окремо.

Лекція 3 КОМПЛЕКСНА МЕХАНІЗАЦІЯ Й АВТОМАТИЗАЦІЯ ЗЕМЛЯНИХ РОБІТ

3.1 Загальні відомості

Результатом розроблення ґрунту є земляне спорудження. Це інженерна споруда з ґрунту в ґрунтовому масиві або на поверхні ґрунту. Земляні споруди класифікують так:

- за розміщенням щодо поверхні ґрунту – виїмки, насипи, підземні виробітки, зворотні засипання;
- за терміном використання – постійні й тимчасові;
- за функційним призначенням – котловани, траншеї, ями, свердловини, відвали, греблі, дамби, дорожні полотна, тунелі, планувальні майданчики;
- за геометричними параметрами й просторовою формою – глибокі, дрібні, протяжні, зосереджені, прості, складні.

Типи земляних споруд подано на рисунку 3.1. До *постійних* зараховують споруди, призначені для довгострокової експлуатації – земляні греблі, канали, полотна рейкових і безрейкових доріг, виїмки й насипи, що зводять під час планування. До *тимчасових* земляних споруд зараховують виїмки, отримані під час зведення фундаментів житлових і промислових будівель, мостів, гребель, траншеї для прокладення водопровідних, каналізаційних, газових та інших мереж, насипи для тимчасових доріг. Кожна земляна споруда повинна бути стійкою, міцною й захищеною від розмивання водою.

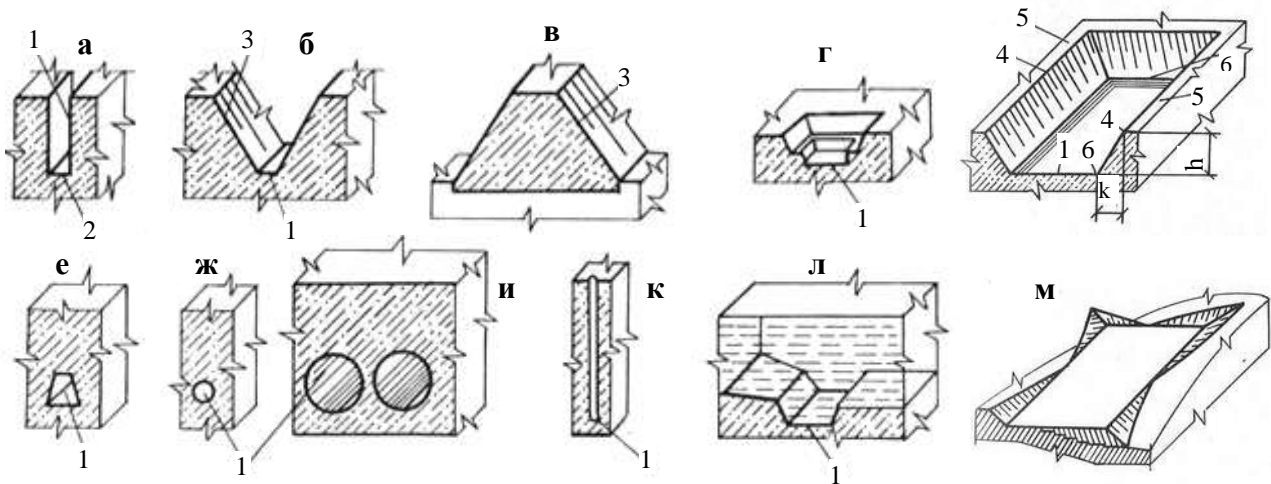


Рисунок 3.1 – Поперечні профілі земляних споруд: а, б – траншеї з вертикальними стінами й відкосинами; в – гребля; г – котлован під фундамент; д – те саме під споруду; е – підземне вироблення під штольню; ж – те саме під каналізаційний колектор; и – те саме під тунель; к – свердловина бурова; л – траншея підводна; м – майданчик; 1 – дно; 2 – бокова стіна траншеї; 3 – бокова відкосина; 4 – брівка; 5 – берма; 6 – підосва; k – закладання відкосини; h – глибина вироблення

Виїмки більше ніж 3 м завширшки називають *котлованами*, більш вузькі, для стрічкових фундаментів або мереж комунікацій – *траншеями*; під окремо розташовані фундаменти або стовпи – *ямами*. Ці споруди мають дно і бічні поверхні, похилі відкосини або вертикальні стіни. Виїмки, розроблювані для

видобутку необхідного для будівництва ґрунту, називають *резервами*; насипи, у які висипають зайвий ґрунт, – *кар'єрами* або *відвалами*.

Місця для висипання будівельного та іншого сміття називають *звалищами*, а місця, де розробляють пісок, щебінь та інші будівельні матеріали, – *кар'єрами*. Виїмки, закриті з боку поверхні землі та влаштовувані для прокладання транспортних і комунікаційних тунелів, називають *підземними виробітками*. Після влаштування підземних споруд (або підземної частини споруд) здійснюють зворотне засипання пазух – заповнення ґрунтом простору між спорудою та укосинами котловану.

3.2 Способи виконання земляних робіт

Виконання будівельно-монтажних робіт і, насамперед, зведення підземної частини будівель і споруд поєднують із земляними роботами. Земляні роботи вважають найбільш важким і трудомістким різновидом будівельних робіт, що виконуються в складних умовах і залежать від природно-кліматичних чинників. Одним із завдань, що стоять перед проектувальниками, технологами, будівельниками, є розроблення та реалізація методів і технологій, які сприяють скороченню обсягів земляних робіт на будівельному майданчику. До них належать удосконалення конструкцій земляних споруд, застосування пальових фундаментів, раціональне використання рельєфу місцевості, облаштування котлованів і траншей з вертикальними стінками, мінімізація обсягів перевантажень ґрунту, безтраншейне прокладення комунікацій, підвищення будівельних властивостей ґрунту (закріплення, армування, застосування геосинтетичних матеріалів). Для цього удосконалюють засоби механізації земляних робіт, застосовують машини та змінне робоче обладнання, що сприяє забезпеченню проектної геометрії земляної споруди.

Усі перелічені фактори повинні забезпечувати реалізацію одного з найважливіших принципів сучасного будівництва – гнучкості: під час застосування технологій необхідно враховувати конкретні умови будівельного майданчика.

Земляні роботи належать до комплексу робіт нульового циклу, який також включає риття котлованів і траншей, влаштування дренажів, укріплення й підготування підвалин під будівлю, зведення фундаментів і стін, перекриттів, тунелів, зворотне засипання ґрунту в пазухи між фундаментами й укосинами котлованів. Роботи нульового циклу вважають завершеними після влаштування підземної частини будівлі з усіма комунікаціями й елементами підземних споруд.

Земляні роботи виконують за допомогою різних методів, які можна розподілити на чотири групи: *механічний, гідравлічний, вибуховий і ручний*.

Розроблення ґрунту механічним способом. У разі застосування механічного способу на ґрунт діють різальні зусилля машин, унаслідок чого частину ґрунту відокремлюють від масиву, переміщують й укладають у насип. Машина, що тільки ріже ґрунт, називається *землерийна*. *Землерийно-транспортна* машина розробляє і переміщує ґрунт. Землерийними машинами є

екскаватори різних типів: *одноківшові* (пряма і зворотна лопата, драглайн, грейфер), *багатоківшові* (ланцюгові, роторні) і *фрезерні*.

Залежно від ходового пристрою розрізняють гусеничні, пневмоколісні, автомобільні та крокувальні екскаватори, а також обладнані гідравлічною, пневматичною та електричною системами керування.

Розроблення ґрунту одноківшовими екскаваторами (рис. 3.2). У будівництві застосовують екскаватори, ківш яких має місткість від 0,15 до 2, рідше до 4 м³. Вони обладнані комплектом змінного обладнання, а саме: прямою і зворотною лопатами, драглайном і грейфером. Крім того, стріла, що входить до комплекту драглайну і грейфера, може бути обладнана вантажним гаком або клином-бабою.

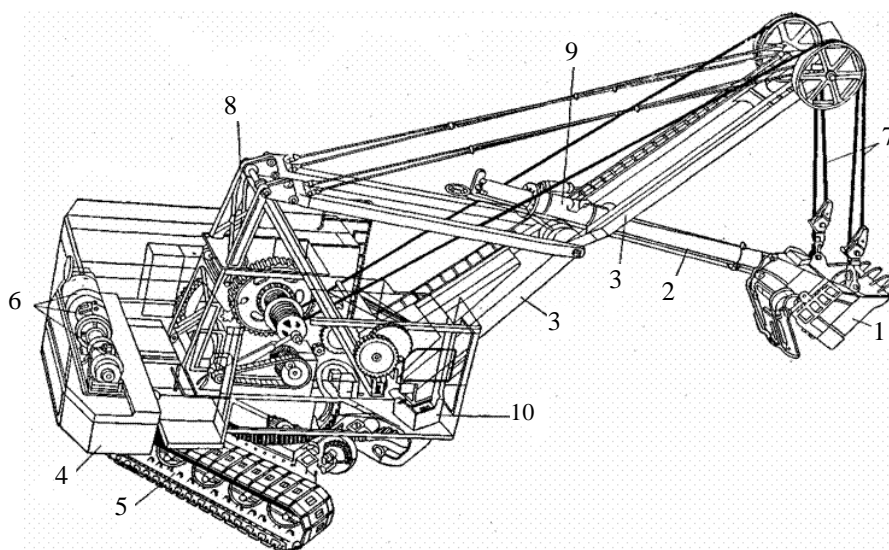


Рисунок 3.2 – Одноківшовий екскаватор: 1 – ківш; 2 – руків'я; 3 – стріла; 4 – поворотна платформа; 5 – ходове обладнання; 6 – силове обладнання; 7 – підймальні канати; 8 – двоногий стояк; 9 – сидловатий підшипник; 10 – пульт керування

Пряма лопата (див. рис. 3.3, а) становить собою відкритий зверху ківш із різальним переднім краєм, жорстко насадженим на руків'я, яке за допомогою шарнірів з'єднане зі стрілою машини і висувається вперед унаслідок дії напірного механізму. Спорожняється ківш шляхом відкривання його днища. Така конструкція забезпечує найбільшу продуктивність лопати. Різальний край ковша обладнаний зубцями для розпушування ґрунту. Такі зубці мають усі змінні пристрої, хоча замість зубців ковші можуть мати й суцільну (зазвичай напівкруглу) різальну окрайку. Для розроблення ґрунту, екскаватор розміщують на дні розроблюваного забою. Екскаватор може виривати ґрунт і нижче горизонту його розташування. Щоб установити машину в забої виїмки влаштовують пандус,.

Зворотна лопата (див. рис. 3.3, б) – це відкритий знизу ківш із різальним переднім краєм, жорстко насаджений на руків'я, з'єднане (без напірного механізму) зі стрілою за допомогою шарнірів. Під час перетягування назад ківш заповнюється ґрунтом. Далі за вертикального положення руків'я ківш переміщують до місця вивантаження і розвантажують, піднімаючи й одночасно перекидаючи його. Робоча зона розташовується нижче горизонту розміщення

машини. Сучасні екскаватори зі зворотною лопатою мають гідравлічний привід, що дає змогу повертати ківш стосовно руків'я.

Ківш драглайна (див. рис. 3.3, д) навішують на канатах на подовжену стрілу кранового типу. Ківш закидають у виїмку на відстань, що дещо перевищує довжину стріли, і заповнюють його ґрунтом шляхом підтягування по поверхні до стріли. Потім ківш піднімають у горизонтальне положення щодо стріли і повертом машини переміщують на місце розвантаження. Спорожняючи ківш, тяговий канат ослаблюють. За допомогою драглайна можна розробляти, не тільки насичений вологою ґрунт, але й той, що знаходиться під шаром води.

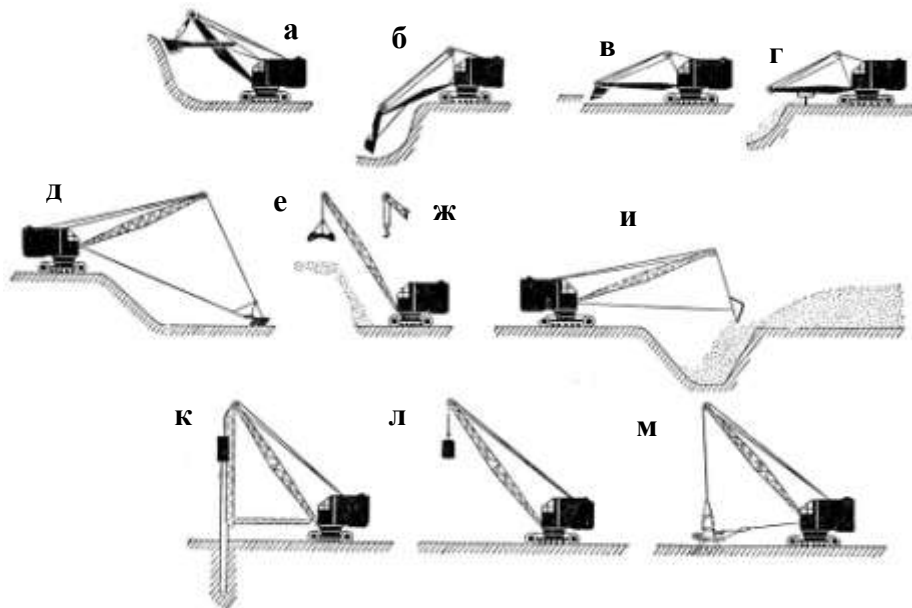


Рисунок 3.3 – Робоче обладнання одноківшового екскаватора: а – пряма лопата; б – зворотна лопата; в – струг; г – засипник; д – драглайн; е – грейфер; ж – кран; и – канатно-скребковий; к – копер; л – трамбівка; м – викорчовувач

Грейфер (див. рис. 3.3, е) – це ківш із двома або більше лопатами і канатним приводом, що примусово змикає ці лопаті. Грейфер навішують на таку саму стрілу, що й драглайн. За допомогою грейфера можна розробляти виїмки з вертикальними стінками. Під час поверту стріли ківш переміщують до місця розвантаження й спорожняють під час примусового розкриття лопатей. Грейфер занурюється в ґрунт внаслідок тільки власної маси ковша.

Продуктивність екскаватора можна підвищити, зменшивши кут поверту стріли й збільшивши місткість ковша. Для цього необхідно максимально наповнити ківш ґрунтом (із «шапкою»), а також процеси різання ґрунту й поверту стріли поєднати. Розроблений одноківшовими екскаваторами ґрунт перевозять самоскидами, тракторами з причепами, залізничними потягами, гідравлічним транспортом, рідше – за допомогою стрічкових конвеєрів.

Розроблення ґрунту багатоківшовими екскаваторами. Робочою частиною багатоківшового екскаватора є ковші, насаджені через рівні проміжки на ланцюг або колесо (ротор), що рухається безперервно. За особливостями переміщення машини відносно напрямку руху робочої частини розрізняють багатоківшові екскаватори повздовжнього черпання – ланцюгові, роторні та

поперечного черпання. Оскільки ґрунт черпається ковшами безперервно, то ці екскаватори є машинами безперервної дії (на відміну від одноківшових екскаваторів, які є машинами циклічної дії) (рис. 3.4).

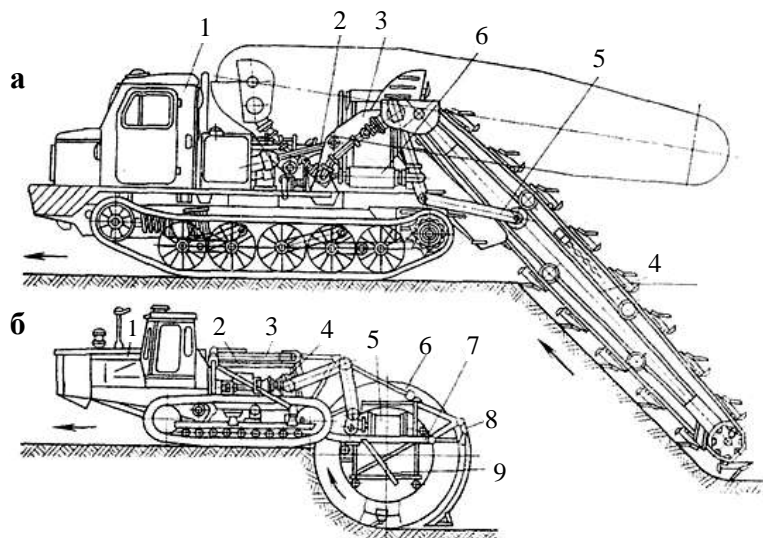


Рисунок 3.4 – Розроблення траншей багатоківшовими екскаваторами: а – ланцюговим екскаватором; б – роторним; 1 – тягач; 2 – рама тягача; 3 – механізми; 4 – підвіси і привід; 5 – поперечний конвеєр; 6 – опора ротора; 7 – рама ковшів; 8 – пристрій для зачищення дна траншеї; 9 – ножі-укосини; ← – напрям руху

Ковші наповнюють ґрунтом під час їхнього руху угору по похилій або криволінійній поверхні розроблюваної виїмки. Спорожняють ковші в момент досягнення ними найвищої точки їхньої траєкторії, де їх перекидають. Висипаний з них ґрунт потрапляє на стрічковий конвеєр, яким його доставляють для завантаження в транспортні засоби або у відвал.

Екскаватори з поздовжнім черпанням застосовують для проходження траншей невеликого перерізу прямокутного й трапецієподібного профілю. Траншеї починають рити з найбільш низьких місць профілю, що забезпечує стікання ґрунтових і атмосферних вод.

Екскаватори з поперечним черпанням використовують для розроблення котлованів і траншей з великим перерізом, планування укосин і розроблення кар'єрів. Цей процес відбувається так. Спочатку екскаватори розробляють ґрунт, застосовуючи віялове різання. Вони переміщуються уздовж усього фронту робіт і знімають шари ґрунту в радіальному напрямку до досягнення необхідної глибини. Потім ґрунт розробляють за допомогою паралельного різання зі зміщенням похилого шару ґрунту по всій довжині фронту робіт на величину b , що дорівнює горизонтальній проекції товщини знятого шару. Розроблений ґрунт подають на транспортні засоби через відвантажувальний бункер, змонтований на екскаваторі.

Щоб автоматизувати роботу багатоківшових екскаваторів, для риття траншей використовують прилади, дія яких базується на властивості інфрачервоного променя утворювати ухил, паралельний до запроектованого дна відритої траншеї. На екскаваторі встановлюють приймальний пристрій, на який

цей інфрачервоний промінь впливає. У разі відхилення руху екскаватора від прямого променя автоматично коригується рух робочої частини екскаватора.

Розроблення ґрунту землерийно-транспортними машинами. Різновидами землерийно-транспортних машин є скрепери, бульдозери та грейдери, які за один цикл розробляють ґрунт, переміщують його, розвантажують у наспів і повертаються в забій порожніми.

Скрепери – високопродуктивні землерийно-транспортні машини, які використовують під час розроблення котлованів і планування поверхонь. Розрізняють скрепери *причіпні*, місткість ковша яких становить 2,25...10 м³ (у зчепі з трактором-тягачем), і *самохідні* (рис. 3.5), місткість ковша яких становить 8 м³ і більше. Останній тип скрепера досконаліший, оскільки він більш маневрений і швидкісний.

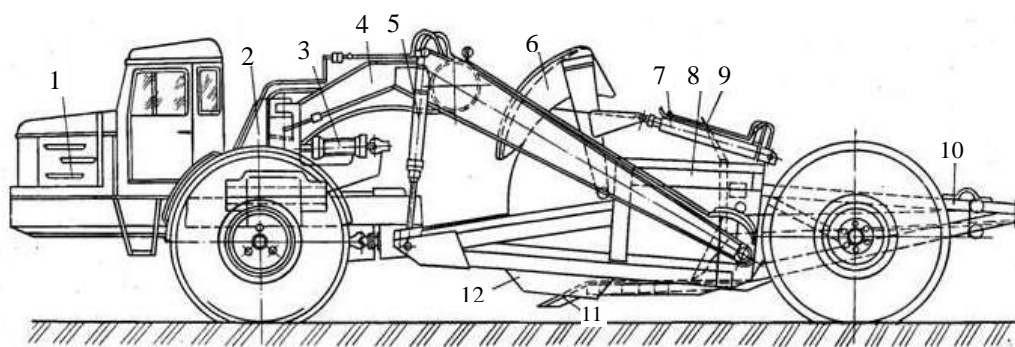


Рисунок 3.5 – Самохідний скрепер: 1 – тягач; 2 – сидельно-зчіпний пристрій; 3 – циліндр поверту тягача; 4 – рама; 5 – циліндр піднімання і опускання ковша; 6 – заслінка; 7 – циліндр керування передньою заслінкою; 8 – ківш; 9 – задня стінка; 10 – циліндр задньої стінки; 11 – горизонтальні ножі; 12 – бокові ножі

Щоб швидше наповнити ковші декількох причіпних скреперів, а також ківш самохідного скрепера, застосовують трактор-штовхач, що обслуговує групу скреперів на ділянці завантаження (набору ґрунту). Кількість тракторів-штовхачів залежить від місткості ковшів скреперів і відстані переміщення ґрунту.

За допомогою скреперів розробляють, транспортують та укладають піщані, супіщані, лесові, суглинясті, глинясті та інші ґрунти, без валунів, домішки ріні й щебеню не повинні перевищувати 10 %. Скрепер знімає ковшем пласт ґрунту завтовшки 0,12...0,32 і завширшки 1,65...2,75 м (для скрепера з місткістю ковша 2,25...9 м³). Товщина шару, що відсипають, – 0,22...0,55 м. Розроблювані скреперами суглинні й глинисті ґрунти необхідно попередньо розрихляти.

Причіпні скрепери застосовують здебільшого під час перевезення ґрунту на відстань до 1000, а самохідні – до 3000 м. Скрепери доцільно використовувати разом із бульдозерами, за допомогою яких зрізають і розрівнюють ґрунт в обмежених місцях (кути майданчика, окремі западини), планують відкосини.

Бульдозерами розробляють ґрунт у неглибоких і протяжних виїмках та резервах та перевозять його на відстань до 100 м (більш потужними тракторами можна перевозити ґрунти на великі відстані). Бульдозерами також підгортають

грунти, виконують зворотне засипання траншей і пазух котлованів, зачищають дно котлованів після завершення екскаваторних робіт, розрівнюють і розмічують ґрунт. Виймки розробляють ярусами, глибина яких співпадає з товщиною ґрунту, що знімається за одне проходження (рис. 3.6).

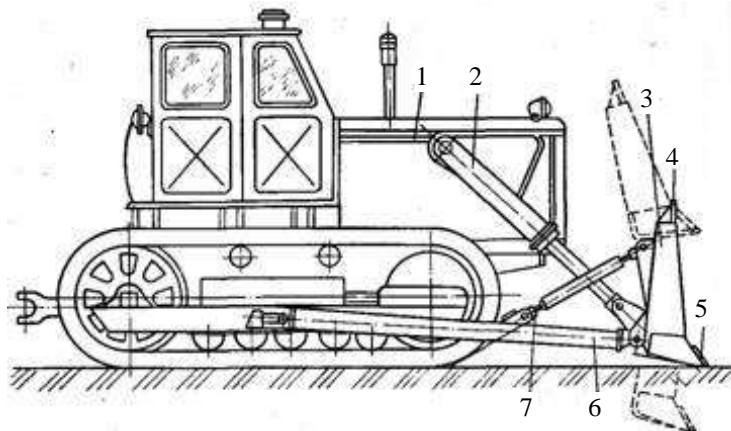


Рисунок 3.6 – Бульдозер із неповоротним відвалом: 1 – базова машина; 2 – гідроциліндри; 3 – відвал; 4 – козирок; 5 – ножі; 6 – штовхальні бруси; 7 – розкосини

Грейдери (рис. 3.7) використовують під час розмічування території, укосин земляних споруд, зачищення дна котлованів і розроблення каналів до 0,7 м завбільшки, під час зведення протяжних насипів до 1 м заввишки і нижнього шару більш високих насипів із резервів. Автогрейдером профілюють дорожнє полотно й дороги.

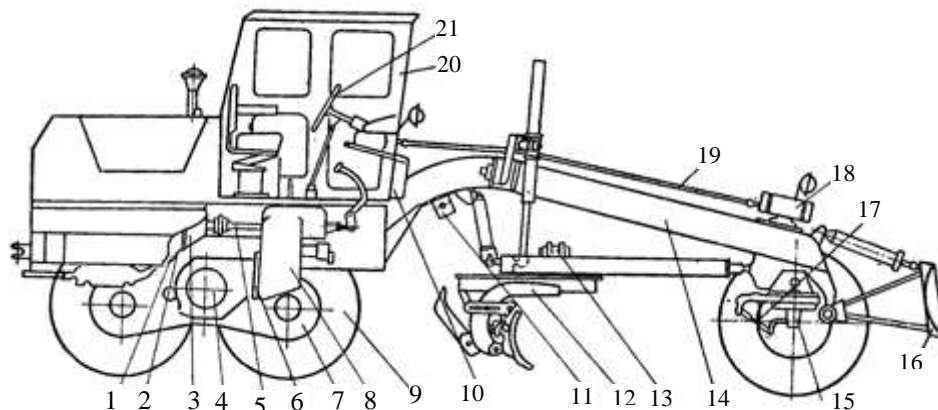


Рисунок 3.7 – Автогрейдер: 1 – капот; 2 – кабіна; 3 – сидіння для машиніста; 4 – пульт керування; 5 – освітлення; 6 – гідросистема керування; 7 – основна рама; 8 – гідроциліндри; 9 – додаткове обладнання; 10 – передня вісь; 11 – керовані колеса; 12 – хребтова балка; 13 – гідроциліндри відвалів; 14 – задній візок; 15 – балансир; 16 – відвал; 17 – провідні пневматичні колеса; 18 – трансмісія; 19 – двигун

Перероблення ґрунту гідромеханічним способом. Гідромеханічний процес базується на властивості швидкоплинної води розмивати ґрунт і переносити його частинки в підвішеному стані, допоки швидкість води не зменшиться до величини, за якої частинки ґрунту осідають на дно (0,3...0,03 м/с). Гідросуміш у відведені для цієї мети місця (карти наміву) транспортують по напірних трубах, або самопливом – по лотках або канавах.

У разі застосування *гідротехнічного способу* розроблення ґрунту всі технологічні операції процесу – відділення ґрунту від масиву, захоплення, транспортування до місця укладання й укладання – виконують за допомогою енергії потоку води. У будівельному виробництві гідромеханічне розроблення ґрунту застосовують під час наміву гребель і дамб, на великих майданчиках і в разі підвищення їхнього рівня, утворення виїмок. Виокремлюють такі різновиди гідротехнічного способу розроблення ґрунту: гідромоніторний, землесосний та комбінований.

Під час застосування *гідромоніторного способу* (рис. 3.8) у сухих вибо-ях, ґрунт розмивають струменем води, що подають під високим тиском з насаду приладу – гідромонітора. За допомогою гідромонітора вода подається по трубо-проводу від насосної станції, що розташовується біля найближчого водоймища.

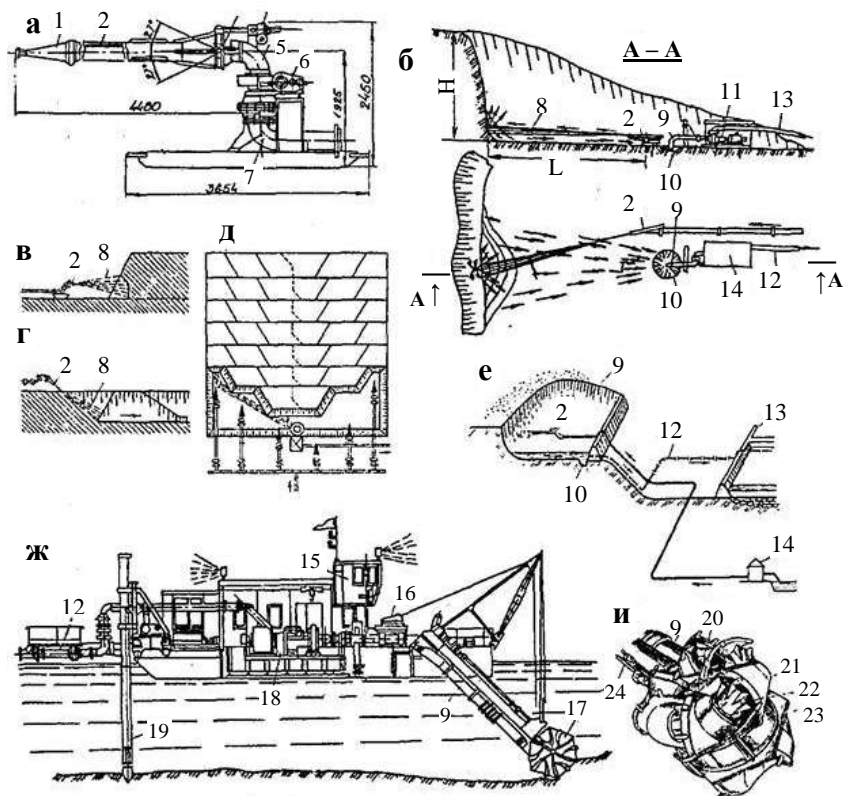


Рисунок 3.8 – Схеми способів гідромеханічного розроблення ґрунту: а – гідромонітор; б, в – розроблювання ґрунту гідромонітором зустрічним забоем; г – те саме попутним; д – розміщення гідромоніторів; е – загальна організація гідромоніторного розроблювання ґрунту; ж – розроблювання ґрунту під водою земснарядом; и – розпушувач ковшовий; 1 – насадка; 2 – ствол гідромонітора; 3 – шарнір; 4, 6 – привод переміщення ствола у вертикальному напрямі; 5, 7 – верхнє й нижнє коліно; 8 – водяний струмінь; 9 – труба всмоктувальна; 10 – зумпф; 11 – насос ґрунтовий; 12 – пульпопровод; 13 – дамба обвалування; 14 – насосна; 15 – рубка й пульт керування земснаряда; 16 – лебідка рамоподібна; 17 – розпушувач двороторий; 18 – головний насосний агрегат; 19 – паля напірна; 20 – фреза; 21 – ківш; 22 – обмежувач; 23 – бункер; 24 – вал розпушувача

Розмитий ґрунт, змішуючись із водою, утворює пульпу, яка відводиться самопливом безпосередньо до місця укладання по пульпопроводу або стікає в приямок – зумпф, звідки її перекачують спеціальним ґрунтовим насосом по

пульпопроводу до місця укладання. Консистенція пульпи повинна бути постійною – приблизно 1:10 за об'ємом, а в 10 м³ пульпи має міститися 1 м³ ґрунту. Щоб запобігти випаданню ґрунту з пульпи, потік повинен мати певну швидкість. На місці укладання пульпа заливається на ділянку, огорожену земляним валом. Під час заливання потік втрачає швидкість і ґрунт осідає на поверхню, що заливається. Обволікальні речовини видобувають із фільтрувального ґрунту, що пропускає воду, затримуючи частинки ґрунту.

Розпушений ґрунт і вода засмоктуються через ґрунтозабірний пристрій ґрунтовими насосами, встановленими на плавних земснарядах, і скеровується до місця укладання по пульпопроводу, який може бути частково плавним, а частково пролягати по суходолу. У разі застосування землесосного способу ґрунт розпушують струменем води або, якщо ґрунти більш тверді, механічними засобами, зокрема кульовою фрезою. Розпушувач встановлюють поблизу вхідного отвору пульпоприймача – усмоктувальної труби ґрунтового насоса, йому надають обертального руху від двигуна, встановленого на земснаряді.

За *комбінованого способу* розроблення використовують два методи: ґрунт розробляють механічним способом, а розпушений і розріджений ґрунт транспортують по земляному ґрунтовому насосу. При цьому способі ґрунт, розроблений однокішшовим екскаватором, вантажиться в спеціальний бункер – зумпф, до якого подається вода, що утворює суміш з ґрунтом – пульпу. Пульпа засмоктується з зумпфа ґрунтовим насосом і скеровується по пульпопроводу до місця укладання.

Економічно доцільною дальністю переміщення ґрунту способом гідравлічного транспортування вважають 4...8 км. За відповідних ґрунтових умов і за наявності в достатній кількості води гідромеханічний спосіб розроблення є одним із найефективніших.

Вибуховий спосіб. Під вибухом речовини розуміють її надзвичайно швидко хімічне перетворення, що супроводжується виділенням енергії, утворенням ударної хвилі й стиснутих газів, здатних здійснювати механічну роботу.

Вибухові речовини (далі – ВР) – це хімічні або механічні суміші, які під впливом зовнішніх факторів дуже швидко змінюють свій стан, утворюючи стиснуті газоподібні продукти й виділяючи енергію. За швидкістю вибухового розкладання ВР поділяються на ініційовані, бризантні й металеві.

ґрунти та скельні породи підривають для влаштування виїмок, траншей і котлованів, земляних гребель і каналів, галерей та інших інженерних і підземних споруд, під час розпушування мерзлих, напівскельних і скельних ґрунтів, а також під час реконструкції промислових об'єктів. Для цього застосовують заряди викиду, розпушування й камуфлету (заряди для утворення пустот). Усі ці види зарядів називають горнами.

У разі застосування найпоширенішої технології ведення вибухових робіт на розпушування, а також на викидання й на скидання необхідно обрати такі параметри буропідривних робіт, які будуть гарантувати необхідну інтенсивність і рівномірність дроблення ґрунтів і порід; дотримання відміток, розмірів і форми майданчиків і укосин виїмок відповідно до встановлених за

проектом; створення певної форми і розмірів розвалу, а також достатнього обсягу підірваної маси для безперебійної та продуктивної роботи виїмково-навантажувального обладнання; безпеку робіт.

3.3 Механізація підготувальних і планувальних робіт

Перед виконанням *базових земляних робіт* потрібно виконати низку *підготувальних робіт*: очистити територію, зняти рослинний шар ґрунту, відвести поверхневі води, здійснити геодезійне розбивання, улаштувати шляхи, освітлення тощо. У процесі виконання земляних робіт проводять *допоміжні роботи* з водовідливу, водозниження, штучного закріплення ґрунтів, захищення виїмок від ґрунтових вод, укріплення виїмок тощо.

Базові та допоміжні земляні роботи максимально механізовані, рівень механізації становить 95 %.

Зняття рослинного шару. У процесі підготування території до будівельних робіт необхідно зняти рослинний шар ґрунту з метою його подальшого використання для благоустрою території. Витрати на виконання цих робіт входять у вартість об'єктів будівництва. Рослинний шар ґрунту знімають за допомогою бульдозерів, грейдерів і скреперів.

Бульдозером зрізають та переміщують ґрунт, укладаючи його в проміжні валки, які підгортають для завантаження у автосамоскиди екскаватором чи тракторним навантажувачем. Грейдером ґрунт зрізають та зсувають убік. Під час наступних прокопів збільшений об'єм ґрунту переміщують ще далі, утворюючи повздовжній валок ґрунту, який потім піднімають бульдозером. Скреперами рослинний шар ґрунту після виїмання переміщують у тимчасові відвали чи вивозять і укладають шаром потрібної товщини на площах, які підлягають рекультивації.

Під час улаштування виїмок здійснюють геодезійний контроль. Розбивання виїмки (наприклад котловану) починають з виносу та закріплення в натурі основних осей будівлі відповідно до робочих креслень.

Геодезійну розбивку основу для визначення положення об'єктів будівництва в плані створюють переважно у вигляді *будівельної сітки* – повздовжніх і поперечних осей, що визначають розміщення на місцевості базових будинків і споруд, а також їхні габарити.

Будівельну сітку виконують у вигляді квадратних і прямокутних фігур, розподіляючи їх на базові й додаткові. Довжина сторін базових фігур сітки – 200...400 м, додаткових – 20...40 м. Будівельну сітку проектують у будівельному генеральному плані.

Навколо майбутньої виїмки поза її межами влаштовують огорожу із стовпчиків. На огорожу за допомогою теодоліта переносять основні розбивні осі, закріплюючи їх. Огорожа для одноразового використання складається із забитих у ґрунт металевих стояків або вкопаних дерев'яних стовпів і прикріплених до них дощок. Для пропускання транспортних засобів в огорожах залишають розриви. Якщо місцевість має значний ухил, огорожу роблять східчастою. На огорожу переносять основні розбивні осі й, починаючи від них,

розмічують усі базові осі будівлі. Їх закріплюють на огорожі за допомогою цвяхів або пропилів і нумерують.

Водовідлив і пониження рівня ґрунтових вод. Під час влаштування виїмок, розташованих нижче рівня ґрунтових вод, необхідно осушити водонасичений ґрунт і забезпечити його розроблення у звичайних умовах. Крім цього, котловани, траншеї і виробітки у період проведення робіт необхідно убезпечити від потрапляння в них ґрунтових вод.

Ефективним технологічним прийомом вирішення таких завдань є відкачування ґрунтової води. У разі невеликого надходження ґрунтових вод котловани й траншеї розробляють із застосуванням відкритого водовідливу, а якщо води надходить багато і товщина водонасиченого шару, що розробляють, велика, то до початку виконання робіт рівень ґрунтових вод штучно знижують, використовуючи різноманітні способи закритого водовідливу. Такий процес називається *водозниженням*.

Відкритий водовідлив (рис. 3.9) застосовують під час відкачування плинної води безпосередньо з котлованів або траншей за допомогою насосів.

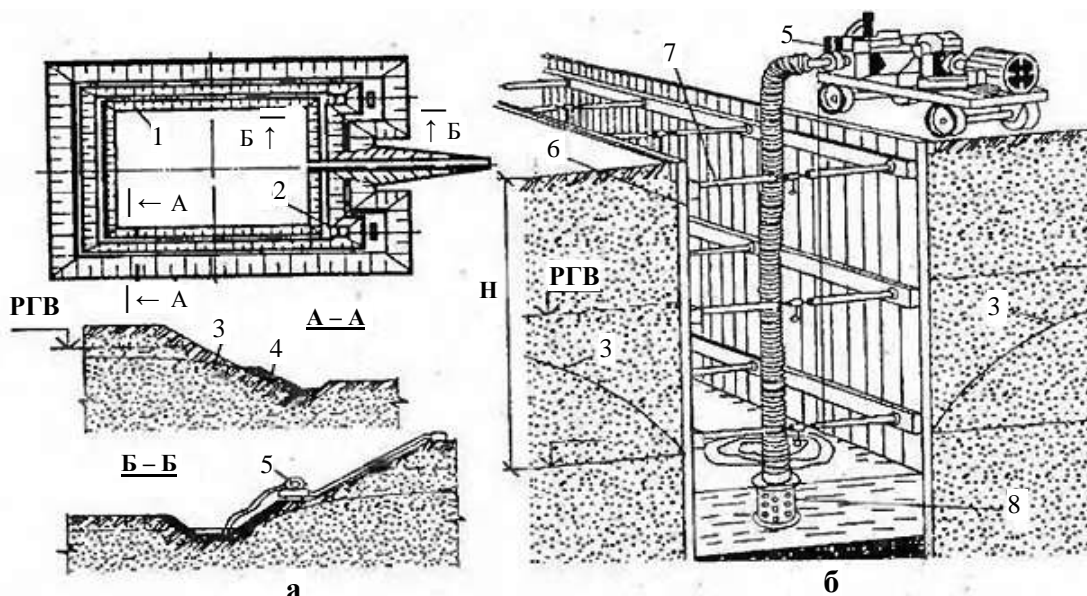


Рисунок 3.9 – Схема відкритого водовідливу: а – з котловану; б – з траншеї; 1 – канава дренажна; 2 – прямок (зумпф); 3 – знижений рівень ґрунтових вод; 4 – привантаження дренажне; 5 – насос; 6 – кріплення шпунтові; 7 – розпірка інвентарна; 8 – рукав всмоктуючий з сіткою (фільтром); Н – висота всмоктування

У разі відкритого водовідливу ґрунтові води, просочуючись через укосини й дно котловану, скеровують проритими водозбірними канавами або лотками до спеціально влаштованих у нижній частині котловану напрямків – *зумпфів*, звідки воду викачують діафрагмовими або відцентровими насосами.

У тих випадках, коли використання водовідливу є недоцільним, рівень ґрунтових вод штучно понижують (водозниження). Водозниження застосовують, щоб зменшити рівень ґрунтових вод (далі – РГВ) нижче дна майбутньої виїмки. Рівень ґрунтових вод знижують шляхом їхнього відкачування з шахтних колодязів або бурових свердловин глибинними

насосами, знижуючи при цьому рівень, розташованих у безпосередній близькості від майбутнього котловану або траншеї.

Розроблено декілька ефективних способів штучного водозниження, головними з яких є *голкофільтрувальний, вакуумний і електроосмотичний*.

Голкофільтрувальний спосіб (рис. 3.10) штучного зниження РГВ базується на використанні голкофільтрувальних установок, що складаються зі сталевих труб із фільтрувальним елементом у нижній частині (голкофільтр), водозбірного колектора – на поверхні землі й самоусмоктувального вихрового насоса з електродвигуном. Сталеві труби занурюють у ґрунт по периметру котловану або уздовж траншеї.

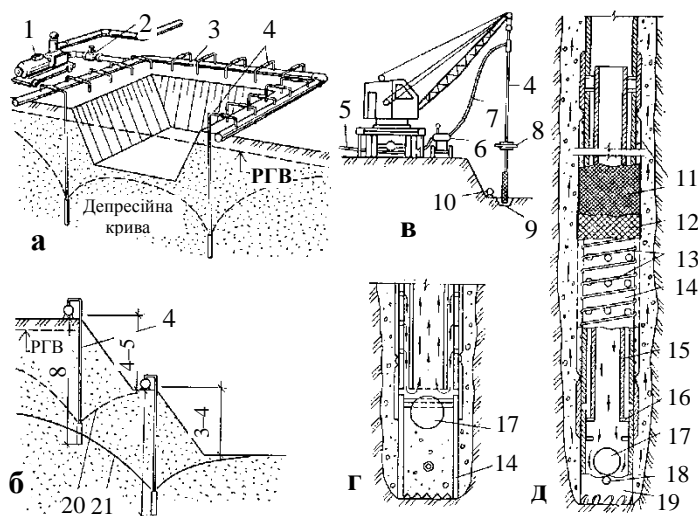


Рисунок 3.10 – Водозниження за допомогою легких голкофільтрових установок: а – котлован із голкофільтрами, встановленими в один ярус; б – встановлення голкофільтрів у два яруси; в – гідравлічне занурення голкофільтра; г – фільтрувальний елемент і схема роботи клапанів під час гідравлічного занурення голкофільтра; д – фільтрувальний елемент і схема роботи клапанів під час відкачування води; 1 – відцентровий насос; 2 – засувка; 3 – колектор; 4 – голкофільтри; 5 – підвідний трубопровід; 6 – насос; 7 – напірний рукав; 8 – хомут для ручного регулювання; 9 – прямик; 10 – усмоктувальний колектор; 11 – фільтрувальна сітка; 12 – захисна сітка; 13 – сталева спіральна обмотка; 14 – зовнішня труба з отворами; 15 – внутрішня труба; 16 – кільцевий клапан; 17 – кульовий клапан; 18 – стопорний болт; 19 – наконечня; 20 – депресійна крива під час відкачування води з першого ярусу; 21 – з другого ярусу

Щоб опустити голкофільтр у робоче положення, у разі складних ґрунтів бурять свердловини. У пісках і супіщаних ґрунтах голкофільтри занурюють за допомогою гідравлічного способу. Одноярусне розташування голкофільтрів дає змогу знизити рівень ґрунтових вод на 4...5 м, двоярусного – на 7...9 м. Голкофільтри розташовують на відстані 0,5 м від бровки котловану або траншеї. Вузькі траншеї – до 4,5 завглибшки м і до 4 м – осушують за допомогою одного ряду голкофільтрів, якщо ширина й глибина більші – двох рядів.

Вакуумний спосіб водозниження базується на використанні ежекторних установок, що знижують рівень води. Ці установки використовують у дрібнозернистих ґрунтах, у яких легкі голкофільтрові установки застосовувати

недоцільно. Під час роботи вакуумних установок вакуум виникає в зоні ежекторного голкофільтра.

Ежекторна установка застосовується для пониження рівня ґрунтових вод на один ярус до глибини 15...20 м; оптимальні умови для роботи ежектора – 8...18 м. Відкачана з ґрунту вода відводиться з водозбірного резервуара за допомогою самопливного трубопроводу за межі котловану або будівельного майданчика.

Явище *електроосмосу* використовують, щоб розширити сферу застосування голкофільтрових установок у ґрунтах з коефіцієнтом фільтрації менше ніж 0,05 м/добу. Голкофільтри під'єднують до негативного (катод), а труби або стрижні – до позитивного полюса джерела постійного струму (анод). Під дією сили електричного струму вода, що міститься в порах ґрунту, вивільняється і переміщується у напрямку до голкофільтрів. Унаслідок застосування явища електроосмосу коефіцієнт фільтрації ґрунту зростає в 5...25 разів.

Застосування кожного з охарактеризованих методів зниження рівня ґрунтових вод залежить від потужності водоносного шару, коефіцієнта фільтрації ґрунту, параметрів земляної споруди та будівельного майданчика. Рішення щодо вибору методу необхідно також обґрунтувати і з позицій охорони навколишнього середовища та екологічної безпеки споруджуваного об'єкта.

Створення штучних протифільтраційних завіс і екранів. Щоб убезпечити котловани, траншеї, підземні виробітки й захистити будівельний майданчик від надходження ґрунтових вод, залежно від їхнього стану й потужності водоносних шарів застосовують такі способи укріплення ґрунту: заморожування, уведення в ґрунт розчинів-затверджувачів, створення тиксотропних протифільтраційних екранів і завіс, улаштування шпунтових огорожень.

У дуже водонасичених ґрунтах (пливунах) під час розроблення глибоких виїмок і підземних споруд за допомогою природного або штучного заморожування ґрунтів створюють протифільтраційні завіси.

Сукупним різновидом впливів, унаслідок яких підвищується міцність ґрунту (він стає нерозмивним, а в деяких випадках і водонепроникним) є *штучне укріплення ґрунтів*.

Укріплюють ґрунти, щоб створити навколо розроблюваних виїмок водонепроникні завіси й підвищити несучу здатність ґрунтових підвалин. Залежно від фізико-механічних властивостей ґрунту, його стану, необхідного ступеня й призначення укріплення застосовують такі способи штучного закріплення ґрунтів: *заморожування, цементация, бітумізация, хімічний, електрохімічний* тощо.

ґрунти, що дуже насичені водою (пливуни), під час розроблення глибоких виїмок *заморожують*. Для цього по периметру котлована занурюють заморожувальні ряди труб, з'єднаних між собою трубопроводом, по якому закачують спеціальну рідину – розсіл (розчини солей з низькою температурою замерзання), охолоджений холодильною установкою до –20...25 °С.

Охолоджувальні голки складаються із зовнішніх труб, закритих і загострених ізнизу, і внутрішніх, уставлених у них коаксально й відкритих ізнизу. Розсіл надходить у внутрішню трубу, в нижній частині ряду він переходить у зовнішню трубу, по якій піднімається вгору, після чого скеровується до наступної шпальти. Грунт навколо замерзає у вигляді концентричних циліндрів із діаметром, що поступово збільшується. Ці циліндри замерзають і перетворюються на суцільну брилу мерзлого ґрунту, яка огорожує тимчасову виїмку.

40

Цементація і бітумізація передбачає введення відповідного цементного розчину або розігрітих бітумів у поруваті ґрунти з високим коефіцієнтом фільтрації, а також скельні породи з тріщинами.

За допомогою *хімічного способу* (рис. 3.12) закріплюють піщані й лесові ґрунти накачуючи в них через ін'єктори хімічні розчини. Застосовують один або два розчини. Розчин накачують за допомогою спеціальних труб-ін'єкторів, занурюючи їх окремо або пакетами по 5 шт. Відстані між ін'єкторами встановлюють, ураховуючи в'язкість розчину й тип ґрунту, які визначають експериментально.

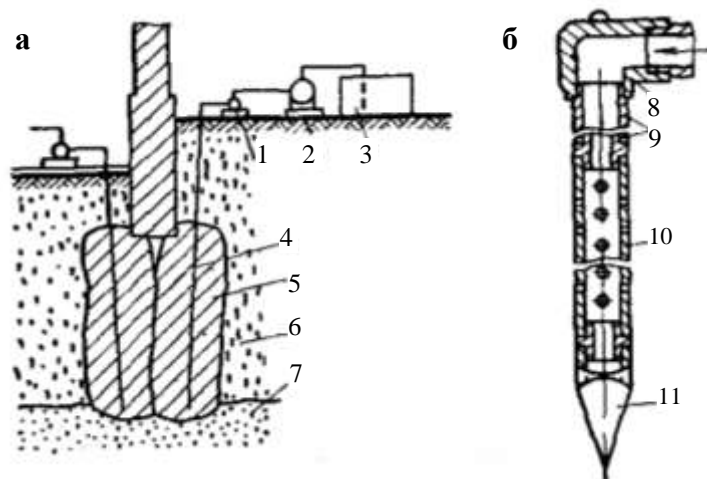


Рисунок 3.12 – Схема пристрою для хімічного закріплення ґрунтів: а – пристрій; б – ін'єктор;
 1 – розподільний напірний колектор; 2 – насос; 3 – ємкість для розчину; 4 – ін'єктор;
 5 – масив закріпленого ґрунту; 6 – слабкий ґрунт; 7 – міцний підстильний ґрунт;
 8 – наголовник; 9 – глухі ланки; 10 – перфорована ланка; 11 – наконечник

Електричний спосіб застосовують для укріплення вологих глинястих ґрунтів. Він полягає у пропусканні через ґрунт постійного електричного струму з напруженістю поля 0,5...1 В/см і щільністю струму 1...5 А/м². Одночасно глину осушують і ущільнюють, вона втрачає здатність до пучення.

Електрохімічний спосіб відрізняється від попереднього тим, що одночасно з електричним струмом у ґрунт через трубу, яка є катодом і використовується як ін'єктор, вводять розчини хімічних домішок, що збільшують провідність струму (силікат натрію, хлористий кальцій, хлористе залізо). Унаслідок цього інтенсивність процесу закріплення ґрунту зростає.

3.4 Закриті способи розробки ґрунту, механізація робіт

У звичайних умовах для прокладення трубопроводів риють траншею, по дну якої укладають трубу, після чого траншею засипають. Іноді така технологія виявляється неприйнятною, наприклад у разі перетину трубопроводу транспортної магістралі трасою з інтенсивним рухом, який не можна переривати навіть на відносно короткий термін. У такому разі вдаються до безтраншейних, так званих закритих методів робіт: *проколювання, продавливання, горизонтального буріння, пневматичного пробивання або щитового проходження*.

Спосіб проколювання базується на утворенні отворів унаслідок радіального ущільнення ґрунту під час втискування в нього труби з конічним наконечням. Для втискування використовують гідравлічний домкрат.

У котловані укладають ланку труби з наконечням і після вивірення домкратом втискають її в ґрунт на довжину ходу штока, після повернення штока в початкове положення на їхнє місце укладають натискний патрубок (шомпол), процеси повторюють. Після закінчення втискування першої ланки труби на повну довжину шомпол прибирають, а в котлован опускають наступну ланку, яку притискають до вже втисненої в ґрунт ланки, і зварюють їх. За допомогою цього способу в ґрунтах, що добре стискаються, утворюють отвори діаметром до 500 мм (рис. 3.13).

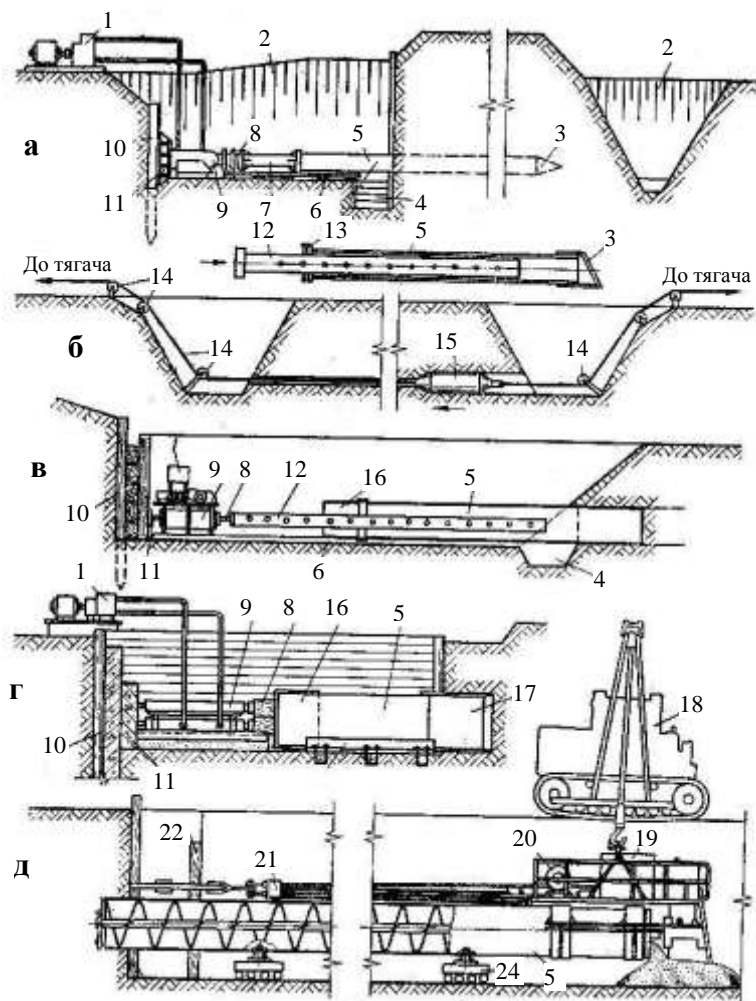


Рисунок 3.13 – Закриті способи розроблення ґрунту (проколювання): а – гідравлічним домкратом; б – вібраційним розширювачем із тракторним тягненням; в – гідравлічним домкратом з шомполом; г – те саме з подовжувальним патрубком; д – горизонтальне буріння машиною УГБ-2; 1 – пристрій насосний; 2 – котловани робочий та приймальний; 3 – наконечня; 4 – приямок стикування труб (збирання пульпи під час розмивання); 5 – труба прокладальна; 6 – рама напрямна; 7 – патрубок подовжувальний; 8 – балка упорна; 9 – домкрат гідравлічний; 10 – уперття пальове; 11 – плита упорна; 12 – шомпол внутрішній; 13 – шпиль; 14 – канат тягловий; 15 – уширювач вібраційний; 16 – наголовник; 17 – секція ножева; 18 – трубоукладальник; 19 – машина бурова; 20 – лебідка тягова; 21 – поліспаст; 22 – якір; 23 – коронка бурова із шнеком; 24 – каток

Спосіб продавлювання застосовують під час прокладання труб великого діаметра (до 1400 мм). Він базується на послідовному втисканні в ґрунт ланок труб та їхньому зварюванні, розробленні ґрунту всередині труби й видаленні його через прокладувану трубу за допомогою шнекової установки, гідромеханічного методу шляхом розмивання ґрунту всередині труби струменем води та подальшого відкачуванням пульпи за допомогою насоса (у легкорозмивних ґрунтах) або желонки з нарощуванням руків'я.

Пневматичне пробивання здійснюють за допомогою спеціального прохідницького віброударного снаряда – *пневмопробійника*, що становить собою саморушійну пневматичну машину, корпус якої є робочою частиною, за допомогою якої утворюють свердловину. Під дією стисненого повітря ударник здійснює зворотно-поступальні рухи і завдає удари по передньому внутрішньому торцяку корпусу, забиваючи його в ґрунт. Пневмопробійник дає змогу проходити свердловини до 50 м завдовжки за умови, що діаметр трубопроводу становить до 300 мм. Використовують також реверсивні пневмопробійники, які виходять із пробитої свердловини зворотним ходом.

Під час *щитового проходження* розроблюваного ґрунту та влаштування стінок тунелю застосовують циліндричну оболонку – щит, що становить собою кільцеву, відкриту з обох кінців конструкцію, внутрішній діаметр якої дорівнює зовнішньому діаметру споруджуваного тунелю. Спереду, у верхній частині щита розташований дашок-виступ, що використовують для захисту робітників від можливого обвалу ґрунту. Просування щита супроводжується врізанням його різального краю в ґрунт під дією гідравлічних домкратів, розміщених по всьому периметру щита. З одного боку вони упираються у виступ різального краю, а з іншого – у оброблюваний край тунелю.

3.5 Виконання земляних робіт у зимових умовах, механізація робіт

Приблизно 15 % загального обсягу земляних робіт доводиться виконувати в зимовий період. У таких умовах трудомісткість розроблення ґрунту значно зростає (ручних робіт у 4...7 разів, механізованих – у 3...5 разів), деякі механізовані засоби застосовуються обмежено – екскаватори, бульдозери, скрепери, грейдери, хоча виїмки взимку можна влаштовувати без укосин. Вода, яка ускладнює проведення робіт у теплу пору року, замерзаючи сприяє їхньому перебігу. Відпадає необхідність у шпунтових огороженнях й у водовідливі.

Залежно від конкретних місцевих умов використовують такі методи розроблення ґрунту:

- убезпечення ґрунту від промерзання з подальшим розробленням за допомогою звичайних методів;
- відтавання ґрунту та його розроблення в талому стані;
- розроблення ґрунту в мерзломому стані з попередніми його розпушенням;
- безпосереднє розроблення мерзлого ґрунту.

Убезпечення ґрунту від промерзання. Цей метод заснований на штучному створенні на поверхні ділянки, визначеної для розроблення в зимовий період, термоізоляційного покриття та розробленні ґрунту в талому стані. Убезпечення

здійснюється до встановлення стійких від'ємних температур, із утеплюваної ділянки попередньо відводять поверхневі води.

Застосовують такі способи влаштування термоізоляційного покриття: попереднє розпушування ґрунту, зорювання й боронування ґрунту, перехресне розпушування, укриття поверхні ґрунту утеплювачами.

Попереднє розпушування ґрунту, а також *зорювання і боронування* проводять до настання зимового періоду на ділянці, призначеній для розроблення в зимових умовах. Зорюють ґрунт за допомогою тракторних плугів або розпушувачів на глибину 30...35 см із наступним боронуванням на глибину 15...20 см. Таке оброблення разом із природним сніговим покривом, що утворюється, відтерміновують початок промерзання ґрунту на 1,5 міс. Товщина снігового покриву може бути збільшена внаслідок переміщення на ділянку снігу бульдозерами або автогрейдерами, установленням перпендикулярно до напрямку вітру декількох рядів снігозахисних огорож із ґратчастих щитів розміром 2х2 м на відстані 20...30 м ряд від ряду.

Глибинне розпушування здійснюють за допомогою екскаваторів на глибину 1,3...1,5 м шляхом перекидання розроблюваного ґрунту на ділянці, де буде розташовуватися земляна споруда.

Перехресне розпушування поверхні здійснюють на глибину 30...40 см. Кожен наступний шар розташовують під кутом 60...90°, а кожне наступне проходження виконують навхлест на 20 см. Таке заходи, зокрема й захист снігового покриву, відтерміновують початок замерзання ґрунту на 2,5...3,5 міс, значно зменшується глибина промерзання.

Укривання поверхні ґрунту утеплювачами. Для цього використовують дешеві місцеві матеріали – листя дерев, сухий мох, торф'яний дріб'язок, солом'яні мати, стружку, тирсу, сніг. Найпростіший спосіб – укладання цих утеплювачів шаром завтовшки 20...40 см безпосередньо по ґрунту. Таке поверхнєве утеплення застосовують здебільшого у невеликих за площею виїмках.

Укривання з повітряним прошарком. Ефективнішим є поєднання місцевих матеріалів та повітряного прошарку. Для цього на поверхні ґрунту розкладають лежні завтовшки 8...10 см, на них – обапіл або інший матеріал – гілки, прутки, очерет; зверху насипають шар тирси або деревних стружок завтовшки 15...20 см, запобігаючи їхньому здуванню вітром.

Метод розморожування ґрунту та розроблення його в талому стані. Розмерзання відбувається внаслідок впливу тепла. Цей процес трудомісткий і вимагає значних енергетичних затрат. Застосовується він в окремих випадках, коли інші методи є недоцільними або неприйнятними: поблизу діючих комунікацій і кабелів, у складних умовах, під час проведення аварійних і ремонтних робіт.

Способи розморожування класифікують за напрямом розповсюдження тепла в ґрунті і за використанням теплоносієм – згорання палива, пар, гаряча вода, електрика. За напрямом розморожування всі способи поділяють на три групи.

Розморожування ґрунту зверху вниз. Тепло поширюється у вертикальному напрямі від поверхні вглиб ґрунту. Цей спосіб найпростіший, не потребує підготувальних робіт. Його використовують найчастіше, хоча з погляду економічної доцільності витрат енергії він найбільш недосконалий, оскільки джерело тепла розташовується в зоні холодного повітря й частина енергії витрачається в навколишній простір (рис. 3.14).

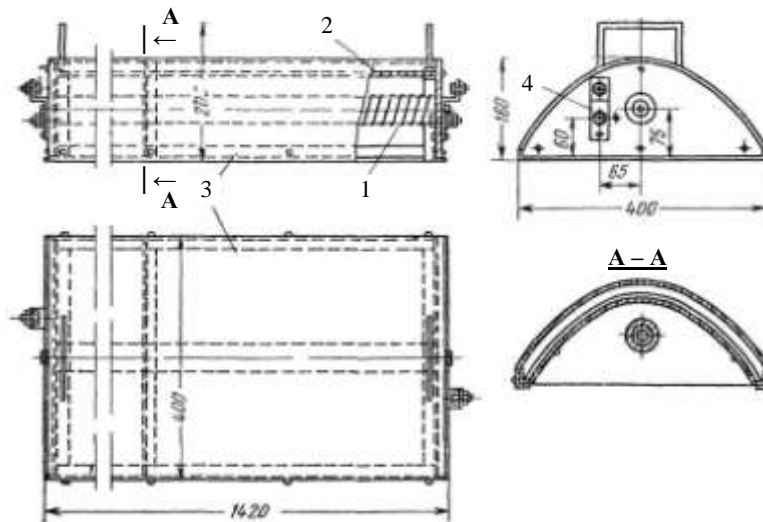


Рисунок 3.14 – Рефлекторна піч для відігрівання мерзлого ґрунту: 1 – нагрівальний елемент, 2 – рефлектор, 3 – кожух; 4 – контактні затискачі

Розморожування ґрунту знизу вверх. Тепло поширюється від нижньої межі мерзлого ґрунту до поверхні. Спосіб найбільш економічний, оскільки ґрунт розмерзається під мерзлою кіркою і тепловтрати практично виключені. Недоліком цього способу є необхідність виконання трудомістких підготувальних операцій, що обмежує сферу його застосування.

Радіальне розморожування ґрунту посідає проміжне місце щодо двох попередніх способів за ступенем витрат теплової енергії. Тепло поширюється в ґрунті радіально від вертикально встановлених прогрівальних елементів, але для того, щоб їх установити й підімкнути, потрібно провести підготувальні роботи.

Перед початком виконання розморожування ґрунту ділянку необхідно попередньо звільнити від снігу, щоб не витрачати теплову енергію на його розморожування. Перезволожувати ґрунт не можна.

Відповідно до застосовуваного теплоносія використовують декілька методів розморожування.

Розморожування шляхом згоряння палива. Якщо в зимовий період виникає потреба отримати 1...2 ями, найпростішим рішенням є звичайне багаття. Підтримування вогню протягом восьми годин спричинить розморожування ґрунту під ним на 30...40 см. Застосовують цей спосіб у край рідко, оскільки в цьому разі тільки незначна частина теплової енергії витрачається продуктивно.

Вогневий спосіб застосовують під час риття невеликих траншей. Використовують ланкову конструкцію з низки металевих коробів зрізаного типу, з яких легко зібрати галерею необхідної довжини. У першому коробі

влаштовують камеру згорання для твердого або рідкого палива (багаття з дров, рідке й газоподібне), спалюють через форсунку.

Електричне прогрівання. Сутність цього методу полягає в пропусканні електричного струму через ґрунт, унаслідок чого він нагрівається. Використовують горизонтальні й вертикальні електроди у вигляді стрижнів або смугової сталі. Щоб електричний струм рухався між стрижнями, необхідно створити струмопровідне середовище. Під впливом тепла нижні шари ґрунту розмерзаються. Цей спосіб достатньо ефективний, якщо глибина промерзання ґрунту – до 0,7 м. Витрати електроенергії на відігрівання 1 м³ ґрунту коливаються в межах 150..300 кВт/год., температура нагрітої тирси не повинна перевищувати 80...90 °С.

Розморожування ґрунту за допомогою стрижневих електродів. Цим способом ґрунт розморожують зверху вниз, знизу вверх і комбінуючи ці напрями (рис. 3.15). Якщо ґрунт розморожують за допомогою вертикальних електродів, то стрижні з арматурного заліза із загостреним нижнім кінцем забивають у ґрунт у шаховому порядку, зазвичай використовуючи рамку 4х4 м із хрестоподібно натягнутими дротами; відстань між електродами повинна перебувати в межах 0,5...0,8 м.

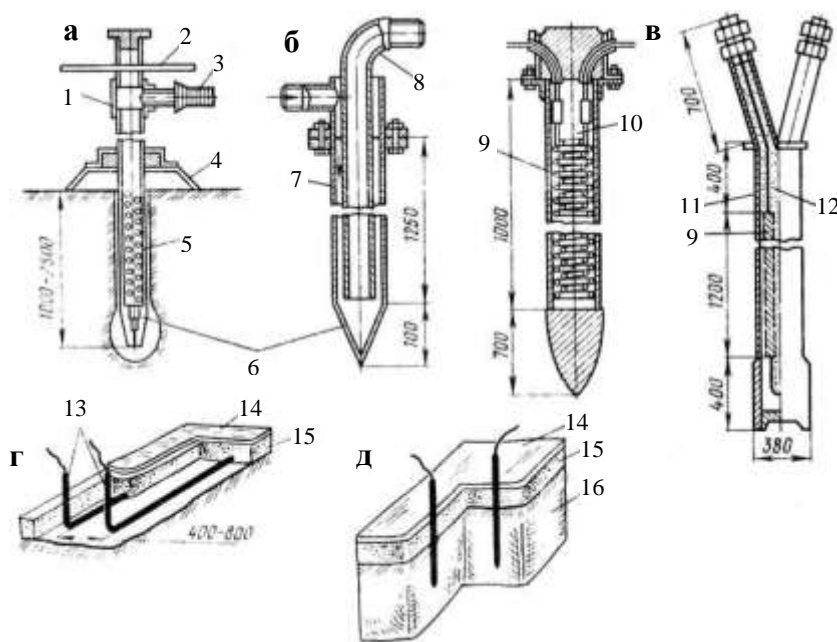


Рисунок 3.15 – Установки для розморожування ґрунту за допомогою голок та електродів:
а – парова голка; б – водяна голка; в – електричні голки; г – електроди, розташовані горизонтально; д – електроди, розташовані вертикально

У разі прогрівання зверху вниз поверхню попередньо очищують від снігу й криги, стрижні забивають у ґрунт на 20...25 см, укладають шар тирси, просочений розчином солей. У процесі прогрівання ґрунту електроди забивають в ґрунт глибше. Оптимальна глибина прогрівання – в межах 0,7...1,5 м.

Під час прогрівання знизу вгору пробурюють свердловини і вставляють електроди на глибину, що перевищує глибину промерзлого ґрунту на 15...20 см. Струм між електродами передається по талому ґрунту нижче рівня промер-

зання, під час нагрівання ґрунт відігріває верхні шари, які також залучаються до роботи. У разі застосування цього методу шар тирси не потрібний.

Третій, *комбінований спосіб*, використовують у разі заглиблення електродів у підстильний талий ґрунт і влаштування на поверхні ґрунту тирсової засипки, просоченої сольовим розчином. Електричний ланцюг замикають нагорі і вниз, ґрунт розморожують зверху вниз і знизу вгору одночасно.

Розморожування за допомогою струмів високої частоти. Цей метод сприяє значному скороченню часу проведення підготувальних робіт, оскільки мерзлий ґрунт добре проводить струми високої частоти, а отже, заглиблювати електроди в ґрунт і влаштовувати тирсову засипку не потрібно. Процес розморожування ґрунту відбувається відносно швидко.

Розморожування ґрунту за допомогою теплових електричних нагрівачів. Цей метод базується на властивості передавати теплоту від електричних нагрівачів до мерзлого ґрунту контактним способом. Як технічні засоби використовують електричні мати, що виготовляють зі спеціального матеріалу, який добре проводить тепло, і через них пропускають електричний струм. Тривалість розморожування залежить від температури навколишнього повітря та від глибини промерзання ґрунту і становить 15–20 год.

Розроблення мерзлого ґрунту з попереднім його розпушуванням. Мерзлий ґрунт розпушують, а потім розробляють за допомогою землерийних і земле-рийно-транспортних машин, застосовуючи механічний або вибуховий метод. Відповідно до норм екологічної безпеки до зимового розроблення ґрунту восени необхідно зняти бульдозером шар ґрунту з ділянки обраної для розроблення. Під час механічного розпушування мерзлий ґрунт *ріжуть, розколюють* або *сколюють* за допомогою статичних (рис. 3.16) або динамічних засобів.

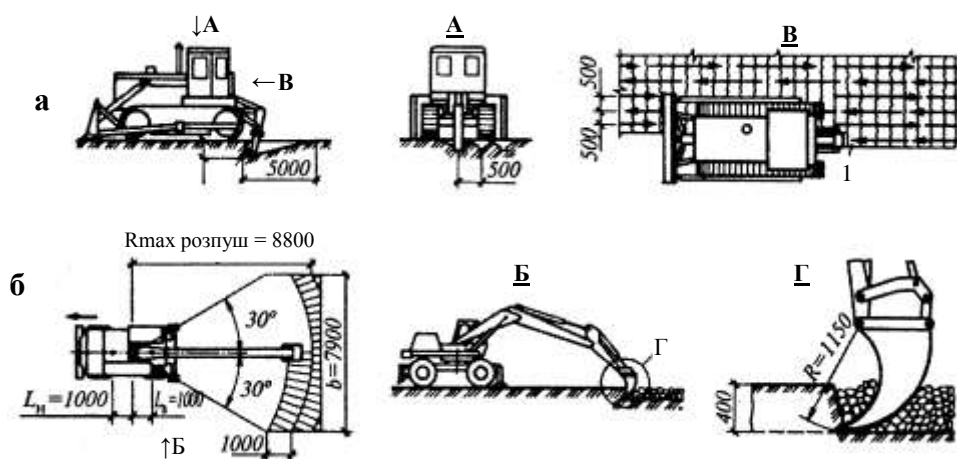


Рисунок 3.16 – Розпушування мерзлого ґрунту шляхом статичного впливу на нього:
а – бульдозера з активними зубцями; б – екскаватора-розпушувача; 1 – напрям розпушування

Динамічні засоби використовують для розколювання або відколювання ґрунту молотами вільного падіння та спрямованої дії. Молоти вільного падіння (кульові й клин-молоти) підвішують на канатах до стріли екскаваторів, за допомогою молотів спрямованої дії коли відколюють ґрунт (див. рис. 3.17).

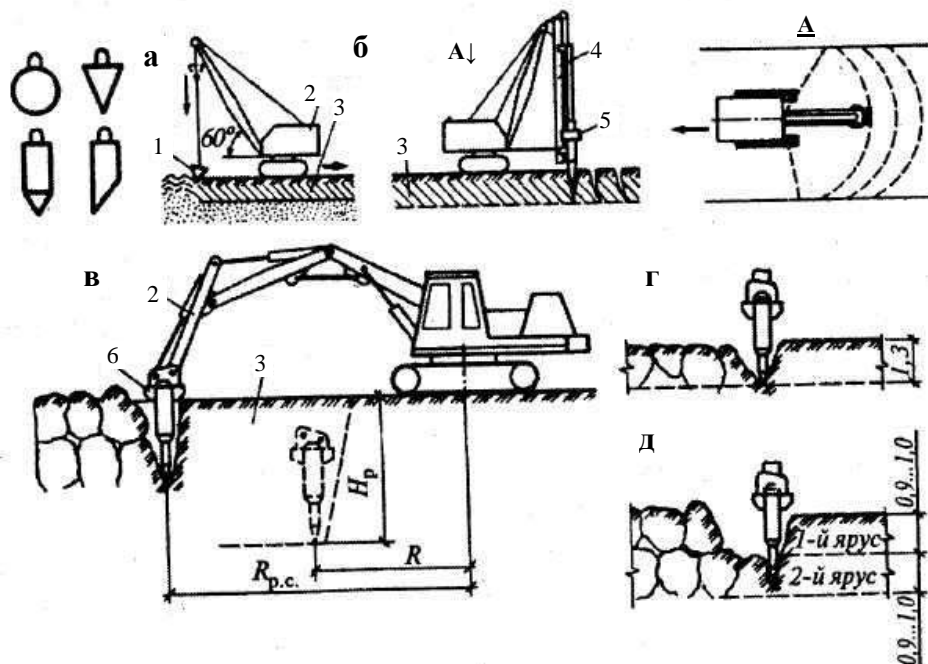


Рисунок 3.17 – Розпушування мерзлого ґрунту шляхом динамічного впливу: а – схема розпушування молотом вільного падіння; б – схема розпушування дизель-молотом; в – схема розпушування вібромолотом; г – схема розпушування у разі глибини промерзання до 1,5 м; д – схема розпушування у разі глибини промерзання більше ніж 1,5 м; 1 – молот; 2 – екскаватор; 3 – мерзлий шар ґрунту; 4 – штанга; 5 – дизель-молот; 6 – вібромолот

Механічний спосіб розпушування передбачає використання землерийних і землерийно-транспортних машин. Застосовують молоти з масою до 5 т, які опускають з висоти 5...8 м: кульові молоти – під час розпушування піщаних і супіщаних ґрунтів, клин-молоти – глинястих (якщо глибина промерзання – 0,5...0,7 м). Як молоти спрямованої дії широко застосовують дизель-молоти на екскаваторах або тракторах: вони дають змогу руйнувати промерзлий ґрунт на глибину до 1,3 м.

Вплив статичних засобів базується на використанні в мерзлому ґрунті безперервного різального зусилля спеціальної робочої частини – зубця-розпушувача, яким обладнують гідравлічний екскаватор (так звана «зворотна лопата») або потужні трактори.

Якщо статичний розпушувач розміщений на тракторі, то як навісне обладнання використовують спеціальний ніж (зубець), різальне зусилля якого виникає внаслідок тяглового зусилля трактора. Такий різновид машин призначений для пошарового розпушування ґрунту на глибину 0,3...0,4 м. Ґрунт розпушують шляхом паралельного пошарового проходження через 0,5 м із подальшим поперечним проходженням під кутом 60...90° щодо попередніх шарів. Розпушений ґрунт у відвал переміщують за допомогою бульдозера.

Здатність статичних розпушувачів до пошарового розпушування мерзлого ґрунту обумовлює можливість їхнього використання на будь-яку глибину промерзлого ґрунту. Технологічні особливості та економність сучасних розпушувачів, закріплених на тракторах із бульдозерним обладнанням, обумовлюють їхнє широке використання у будівництві. Так вартість

розроблення ґрунту в разі застосування розпушувачів в 2...3 рази менша порівняно з вибуховим способом розпушування. Глибина розпушування такими машинами становить 0,7...1,4 м (рис. 3.18).

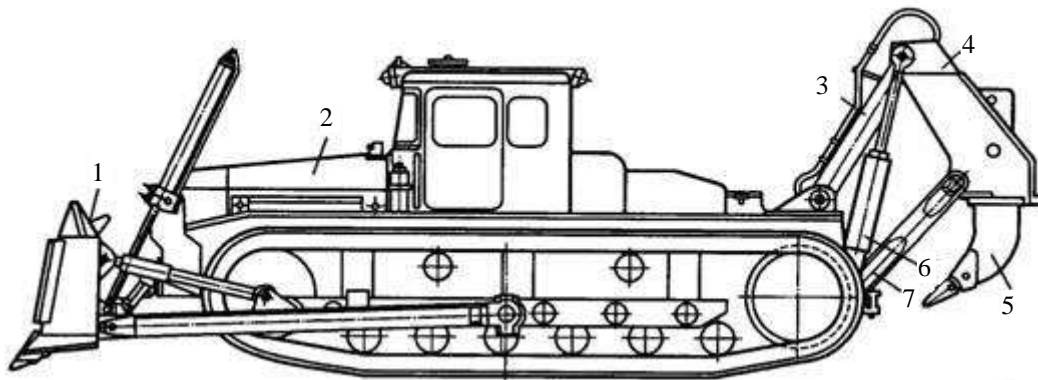


Рисунок 3.18 – Бульдозер-розпушувач: 1 – бульдозерне обладнання; 2 – трактор; 3 – верхня тяга коробчастого перетину; 4 – робоча балка; 5 – жорстко закріплений змінний зубець; 6 – гідроциліндр керування розпушувачем; 7 – нижня тяга коробчастого перетину

Мерзлі ґрунти розпушують за допомогою вибуху, якщо обсяги розроблення мерзлого ґрунту значні. Цей метод застосовують переважно на незабудованих або частково забудованих ділянках використовуючи укриття й локалізатори вибуху – важкі привантажувальні плити. Залежно від глибини промерзання ґрунту вибухові роботи проводять так: шпурові й щілинні заряди використовують у разі промерзання ґрунту до 2 м; свердловинні й щілинні заряди – у разі його промерзання понад 2 м. Якщо підготувальні роботи були виконані якісно, то під час вибуху мерзлий ґрунт повністю роздроблюється, не пошкоджуючи стінок котловану або траншеї. Розпушений вибухами ґрунт розробляють екскаваторами або землерийно-транспортними машинами.

Безпосереднє розроблення мерзлого ґрунту. Ґрунт розробляють (без попереднього розпушування) за допомогою двох методів – блокового й механічного.

Блоковий метод розроблення ґрунту застосовують на великих площах. Він базується на усвідомленні того, що монолітність мерзлого ґрунту внаслідок розрізання його на блоки порушується. За допомогою навісного обладнання на тракторі – баровій машині ґрунт під час взаємно-перпендикулярних проходжень розрізають на блоки завширшки 0,6...1,0 м. Якщо глибина промерзання мала (до 0,6 м), достатньо зробити тільки повздовжні розрізи.

Барові машини, що нарізають щілини, мають один, два або три зарубні ланцюги, навішені на трактори або траншейні екскаватори. Барові машини застосовують для прорізання в мерзлому ґрунті щілин завглибшки 1,2...2,5 м. Використовують сталеві зубці з різальною крайкою з міцного сплаву, що подовжує термін їхньої служби, а в разі зношування або стирання дає змогу швидко їх замінити. Відстань між барами залежно від різновиду ґрунту повинна становити 60...100 см. Розробляють ґрунт за допомогою екскаваторів –

«зворотна лопата» з великим ковшем або бульдозерами брили ґрунту переміщують з розроблюваного майданчика у відвал (рис. 3.19).

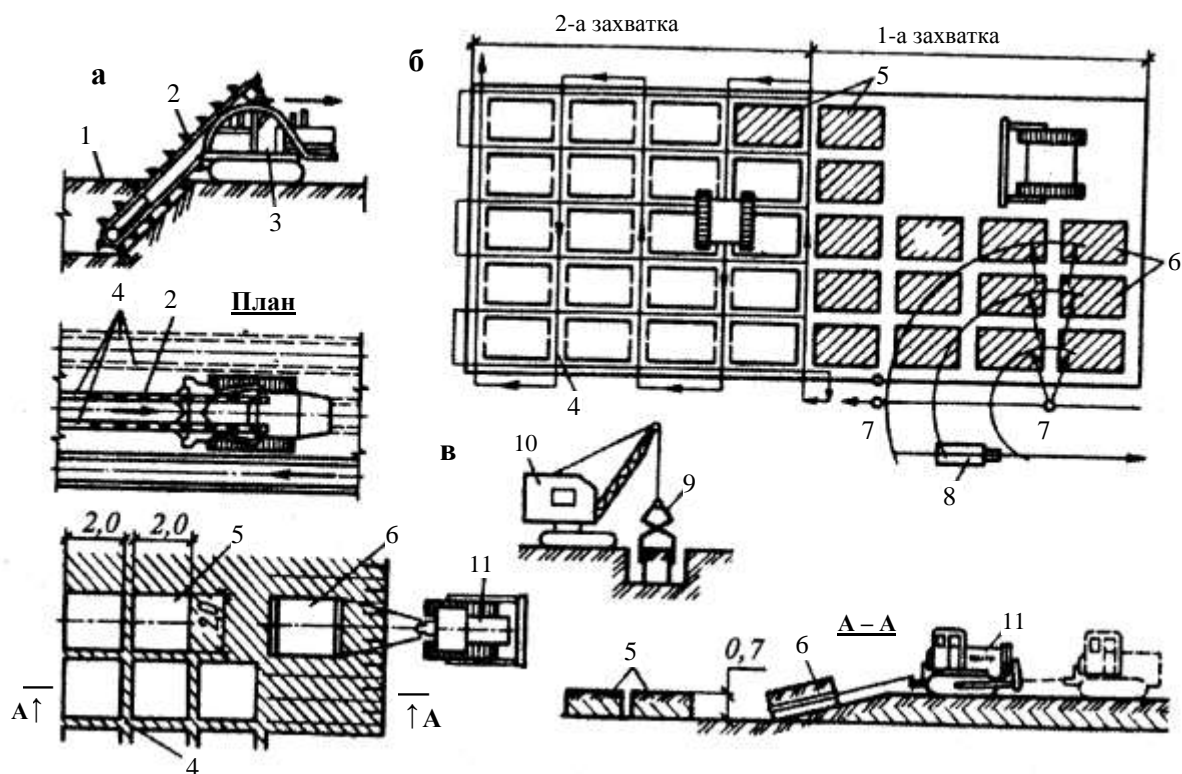


Рисунок 3.19 – Схема блокового розроблення ґрунту: а – нарізання щілин за допомогою барової машини; б – нарізання щілин та витягання блоків трактором; в – розроблення котловану та витягання блоків мерзлого ґрунту за допомогою крана; 1 – шар мерзлого ґрунту; 2 – ріжзальні ланцюги (бари); 3 – екскаватор; 4 – щілини в мерзломому ґрунті; 5 – нарізані блоки ґрунту; 6 – переміщувані з майданчика блоки; 7 – зупинки крана; 8 – транспортний засіб; 9 – кліщовий захват; 10 – будівельний кран; 11 – трактор

Механічний метод базується на використанні сили та поєднується з ударним або вібраційним впливом на масив мерзлого ґрунту. Метод передбачає використання землерийних і землерийно-транспортних машин, а також машин зі спеціально розробленими для зимових умов робочими частинами.

Звичайні серійні машини застосовують під час початкового періоду зими, коли глибина промерзання ґрунту незначна. Прямі і зворотні лопати можуть розробляти ґрунт, якщо глибина промерзання становить 0,25...0,3 м; ківші місткістю понад 0,65 м³ – 0,4 м; екскаватор драглайн – до 0,15 м; бульдозери та скрепери здатні розробляти промерзлий ґрунт на глибину до 0,15 м.

Для зимового періоду розроблено спеціальне обладнання для одноківшових екскаваторів – ковші з віброударними активними зубцями й ковші із захоплювально-кліщовим пристроєм. Енергії на різання ґрунту витрачається приблизно в 10 разів більше, ніж на сколювання. Монтування в різальний крайковий ковша екскаватора віброударних механізмів, які працюють як відбійні молотки, збільшує їхні можливості. Унаслідок використання надлишкового різального зусилля такі одноківшові екскаватори можуть поша-

рово розробляти масив мерзлого ґрунту. Процеси розпушування й екскавації ґрунту поєднуються.

Ґрунт розробляють і за допомогою багатоківшових екскаваторів, спеціально розроблених для прокладання траншей у мерзлом ґрунті. З цією метою використовують спеціальний різальний інструмент у вигляді іклів, зубців або коронок зі вставками з твердого металу, що прикріплюються до ковшів (рис. 3.20).

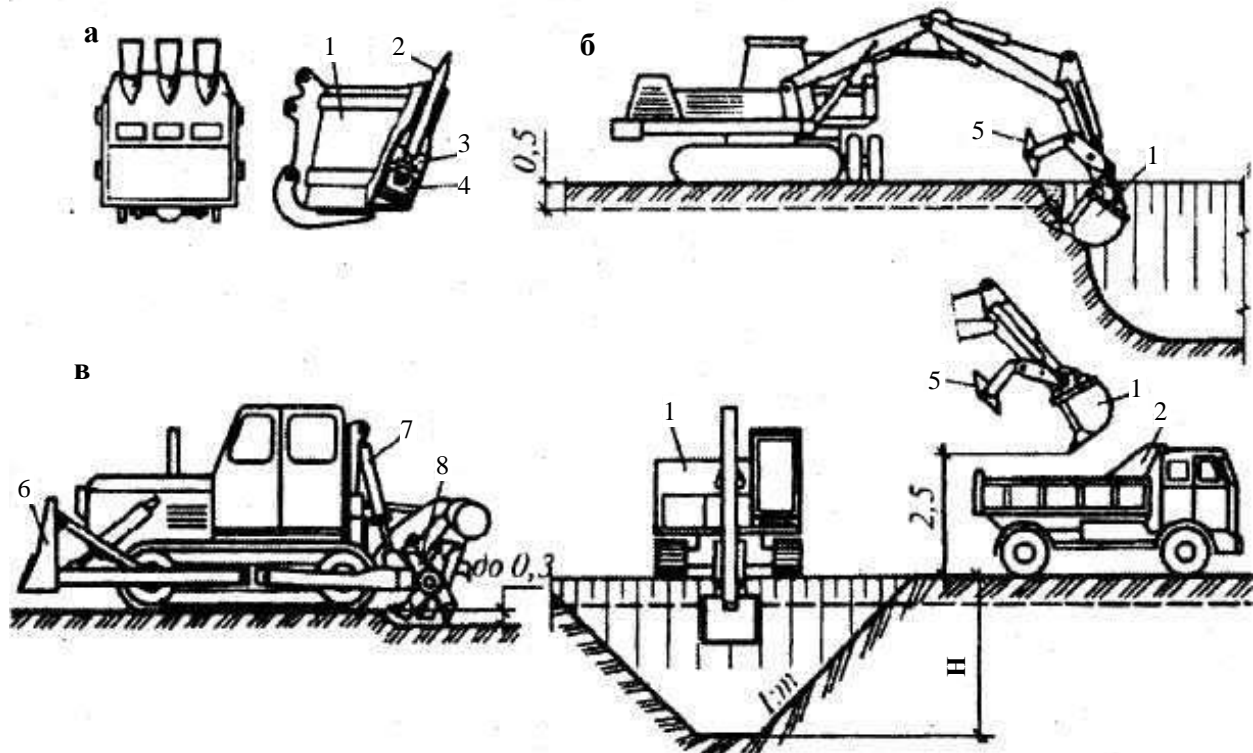


Рисунок 3.20 – Механічний спосіб безпосереднього розроблення ґрунту: а – ківш екскаватора з активними зубцями; б – розроблення ґрунту за допомогою екскаватора «зворотна лопата» і захоплювально-кліщового пристрою; в – землерийно-фрезерна машина; 1 – ківш; 2 – зубець ковша; 3 – ударник; 4 – вібратор; 5 – захоплювально-кліщовий пристрій; 6 – відвал бульдозера; 7 – гідроциліндр для підмання та опускання робочої частини; 8 – робоча частина (фреза)

Пошарово ґрунт розробляють за допомогою спеціалізованої землерийно-фрезерної машини, що знімає стружку до 0,3 м завглибшки і 2,6 м завширшки. Розроблений мерзлий ґрунт переміщують за допомогою бульдозерного обладнання, що входить до комплекту машин.

Лекція 4 КОМПЛЕКСНА МЕХАНІЗАЦІЯ ПАЛЬОВИХ РОБІТ

4.1 Загальні відомості

Палі призначені для влаштування фундаментів під будинки й споруди, щоб посилити основи. Вони передають навантаження від фундаменту на щільні й слабкі ґрунти. З цією метою застосовують палі-стояки й висячі палі.

Проходячи крізь шар слабких ґрунтів, палі-стояки через нижню частину передають навантаження на основи, що розміщується глибше й мають достатню несучу здатність. Висячі палі, розташовані в слабких ґрунтах, розподіляють навантаження на нього внаслідок дії сил тертя між поверхнями і ґрунтом.

Палі за низкою ознак розподіляють на декілька груп:

- *за матеріалом*: дерев'яні, металеві, бетонні та залізобетонні, комбіновані, ґрунтові;

- *за конструкцією*: квадратні, трубчасті, прямокутні й багатокутні, з розширенням і без нього, цілі й складені, призматичні й конічні, із суцільним перерізом та порожнисті, гвинтові й палі-колони;

- *за способом улаштування*: забивні, що виготовляють на заводі або на самому майданчику й занурюють у ґрунт, і набивні, що забивають безпосередньо в ґрун (у заздалегідь пробурені свердловини);

- *за особливостями використання* (за способом передавання навантаження на підвалини) – палі-стояки, які передають навантаження від будівлі через свої кінці на скельний або практично нестискуваний ґрунт, і висячі палі, що передають навантаження шляхом тертя ґрунту по бічній поверхні палі;

- *за видом сприйманого навантаження*: центральна, вертикально діюче навантаження, навантаження з ексцентриситетом і зусилля висмикування;

- *за видом армування залізобетонних паль*: із напруженою та ненапруженою повздовжньою арматурою, з поперечним армуванням і без нього.

Дерев'яні палі виготовляють із деревини сосни, ялини, модрина, кедра, ялиці, дуба. Довжина паль – 4...12 м, діаметр у тонкому кінці – 18...34 см. Нижній кінець палі загострений на 3...4 грані. Під час забивання в щільні ґрунти і оберігання вістря від руйнування на нього надягають металевий башмак-наконечня, а на верхню частину – залізне кільце-бугель, що оберігає голову палі від руйнування (розмочалювання) під час забивання.

Металеві палі застосовують в портовому, мостовому, енергетичному та промисловому будівництві, під час зведення висотних споруд (радіощогл, телебашт). Використовують сталеві труби діаметром 25...100 см, рейки, двотаври, гвинтові палі зі спеціальним напальником, які загвинчують у ґрунт.

Палі-оболонки – металеві трубчасті палі діаметром 1,2...2 м, до 14 м завдовжки. За необхідності їх нарощують і з'єднують у місці зварювання. Палі з відкритим нижнім торчаком у процесі заглиблення заповнюють ґрунтом, який, ущільнюючись, збільшує несучу здатність палі.

Сталевий шпунт застосовують для влаштування водонепроникних стінок котлованів, підпірних стінок, пірсів, набережних. Для шпунта виготовляють

спеціальні профілі – плоскі, ночно- або Z-подібні, до 30 м завдовжки. В окремих випадках використовують звичайний сталевий прокат.

Залізобетонні палі виготовляють із перетином від 20х20 до 60х60 см і 3...16 м завдовжки зі звичайною й попередньо напруженою арматурою.

Порожнисті палі з квадратним і трубчастим перетином 2...6 м завдовжки застосовують у щільних ґрунтах і в разі малих навантажень від споруди, що зводиться. Зовнішній діаметр може становити до 80 см.

4.2 Способи занурення палей, вибір комплектів машин

Із підприємств-виробників палі доставляють в готовому для занурення в ґрунт вигляді. Залежно від характеристик ґрунту використовують декілька методів улаштування палей: *ударний, вібраційний, вдавлюванням, загвинчуванням, з використанням підмиву і електроосмосу*. Можливі комбінації цих методів.

Ударний метод базується на використанні енергії удару (впливу ударного навантаження), під дією якого паля нижньою загостреною частиною занурюється в ґрунт. У процесі занурення вона зміщує частки ґрунту до боків, частково – вниз або вгору. Внаслідок занурення паля витісняє об'єм ґрунту, який дорівнює об'єму її зануреної частини. Менша частина ґрунту опиняється на поверхні, більша – зміщується з ґрунтом навколо палі та значно ущільнює ґрунтову основу.

Ударне навантаження на напальник створюють спеціальні механізми:

- *пароповітряні молоти*, які урухомлюються в дію силою стисненого повітря або пари та безпосередньо впливають на ударну частину молота;

- *дизель-молоти*, робота яких базується на передачі енергії газів, що згоряють, на ударну частину молота;

- *віброзанурювачі*: використовується передавальна властивість коливальних рухів робочого органу на палю (використання вібрації);

- *вібромолоти*: поєднуються вібрації та їхня ударна дія на палю.

Віброзанурювачі та *вібромолоти* використовують під час занурення трубчастих палей-оболонки великого діаметра, а також під час занурення в ґрунт і витягування шпунтових палей. Робочий цикл молотів усіх типів складається з двох тактів: неробочого ходу, протягом якого піднімається ударна частина на певну висоту, і робочого ходу, під час якого ударна частина з великою швидкістю рухається вниз до моменту удару по палі.

Дизель-молоти, порівняно з пароповітряними, характеризуються більшою продуктивністю, простотою експлуатації, автономністю дії та меншою вартістю. Автономність забезпечується шляхом піднімання внаслідок робочого ходу двотактного дизельного двигуна.

На будівельних майданчиках застосовують *штангові й трубчасті* дизель-молоти. Ударна частина штангових дизель-молотів – рухливий циліндр, відкритий знизу, який пересувається в напрямних штангах. Головна перевага дизель-молота трубчастого типу порівняно зі штанговим у тому, що за однакової маси ударної частини він має значно більшу (у 2...3 рази) енергію удару.

До комплексу молота входить напальник, необхідний для закріплення палі в напрямних і оберігання голови палі від руйнування ударами молота, а також для рівномірного розподілу удару площею палі. Для піднімання та устанавлення палі в заданому положенні й для забивання палі застосовують спеціальні пристрої – копри. Основна робоча частина копра – стріла, уздовж якої перед зануренням встановлюють молот, його опускають і піднімають в процесі забивання палі. Похилі палі занурюють у ґрунт за допомогою копрів з похилою стрілою. Використовують копри на рейковому ході (універсальні металеві копри баштового типу) і самохідні – на базі кранів, тракторів, екскаваторів та автомашин зі стрілою завдовжки 9...18 м (рис. 4.1).

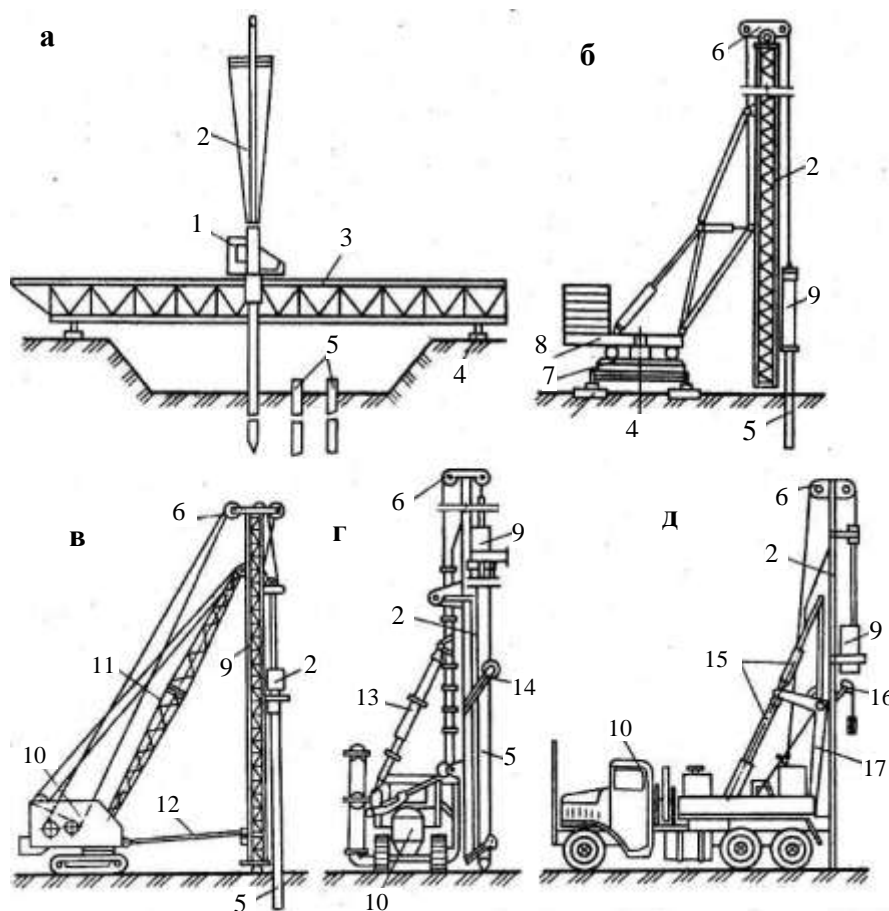


Рисунок 4.1 – Палейні копирі установк: а – бруківка; б – рейкова універсальна; в – на базі екскаватора; г – на тракторі; д – на автомобілі; 1 – кабіна; 2 – копова щогла; 3 – міст; 4 – рейковий шлях; 5 – палі; 6 – напальник з блоками; 7 – привід-візок; 8 – поворотна платформа; 9 – молот; 10 – базова машина; 11 – стріла; 12 – розпірка; 13 – гідроциліндр; 14 – висувний механізм; 15 – гідроциліндр підйому і нахилу стріли; 16 – механізм піднімання палі; 17 – рухома рама

Маса універсальних копрів значна – до 20 т. Монтаж і демонтаж таких копрів, улаштування підкранових колій для них – досить трудомісткі процеси, тому універсальні копри застосовують для забивання палі довжиною більше ніж 12 м у разі значного обсягу робіт з палями на об'єкті.

У промисловому й цивільному будівництві здебільшого використовують палі завдовжки 6...10 м, які забивають за допомогою самохідних установок для

забивання паль. Такі установки – маневрові та мають механічні пристрої для підтягування й піднімання на необхідну висоту палі, закріплення голови палі в напальнику під час вертикального вирівнювання стріли з палею перед забиванням.

Занурення паль *вібруванням* здійснюють за допомогою вібраційних механізмів, які діють на палю динамічно, що дає змогу подолати опір тертя на бічних поверхнях палі та лобовий опір ґрунту, який виникає під вістрям палі, і занурити палю на проектну глибину.

На швидкість занурення й амплітуду коливань впливають маса вібрувальних частин палі і вібратора, його ексцентриситет, щільність ґрунту, що враховується під час коливань, частота коливань віброзанурювача. Вібрації під час занурення паль у ґрунт сприяють зменшенню зусиль, іноді в десятки разів порівняно із забиванням. До того ж відбувається часткове віброущільнення ґрунту, зокрема й під головкою палі. Зона ущільнення для різних ґрунтів становить 1,5...3 діаметра палі.

Більш універсальним є *віброударний спосіб* занурення паль за допомогою вібромолота. Під час роботи вібромолота, окрім вібраційного впливу, на палю періодично опускається ударник, що спричиняє динамічний вплив на голову палі. Поширення набули пружинні вібромолоти. Віброударний спосіб застосовується в пов'язаних щільних ґрунтах і дає змогу в 3...8 разів швидше, з такою самою потужністю, що й за вібраційного способу, занурювати палі в ґрунт, одночасно використовуючи вібрації та забивання.

Метод *вібраційного вдавлювання* (див. рис. 4.2, е) базується на комбінації вібраційного або віброударного впливу на палю та статичного привантажу. Вібровдавлювальна установка складається з двох рам. На задній рамі розміщено електрогенератор, що працює від тракторного двигуна, і двобарабанна лебідка, на передній рамі розміщені напрямна стріла з віброзанурювачем і блоки, через які проходить до віброзанурювача канат, що вдавлює. У робочому положенні віброзанурювач, розташований над місцем занурення палі, піднімає палю й встановлює її разом із закріпленим напальником на місце її забивання. У разі ввімкнення віброзанурювача й лебідки паля занурюється під дією власної маси, маси віброзанурювача й частини маси трактора, переданої канатом, що вдавлює, через віброзанурювач на палю. Одночасно на палю діє вібрація, створювана низькочастотним занурювачем з підресорною плитою.

Метод вібраційного вдавлювання не потребує влаштування шляхів для пересування робочого агрегату, унеможливорює пошкодження й руйнування паль. Він найбільш ефективний під час занурення паль завдовжки до 6 м.

Занурення паль шляхом *вдавлювання* (див. рис. 4.2, г) застосовують для коротких паль суцільного та трубчастого перетину (3...5 м). Статичне вдавлювання виконують в такій послідовності: палю встановлюють у вертикальне положення в напрямній стрілі агрегату; на голову палі опускають і закріплюють на ній напальник, передавальний тиск від базової машини (трактор, екскаватор) через систему блоків і поліспахів безпосередньо діє на палю, яка внаслідок цього тиску поступово занурюється в ґрунт; після опускання палі до проектної

відмітки занурення припиняють, знімають напальник, агрегат переїжджає на нову позицію. Проаналізовано статичне вдавлювання з одночасним використанням двох механізмів.

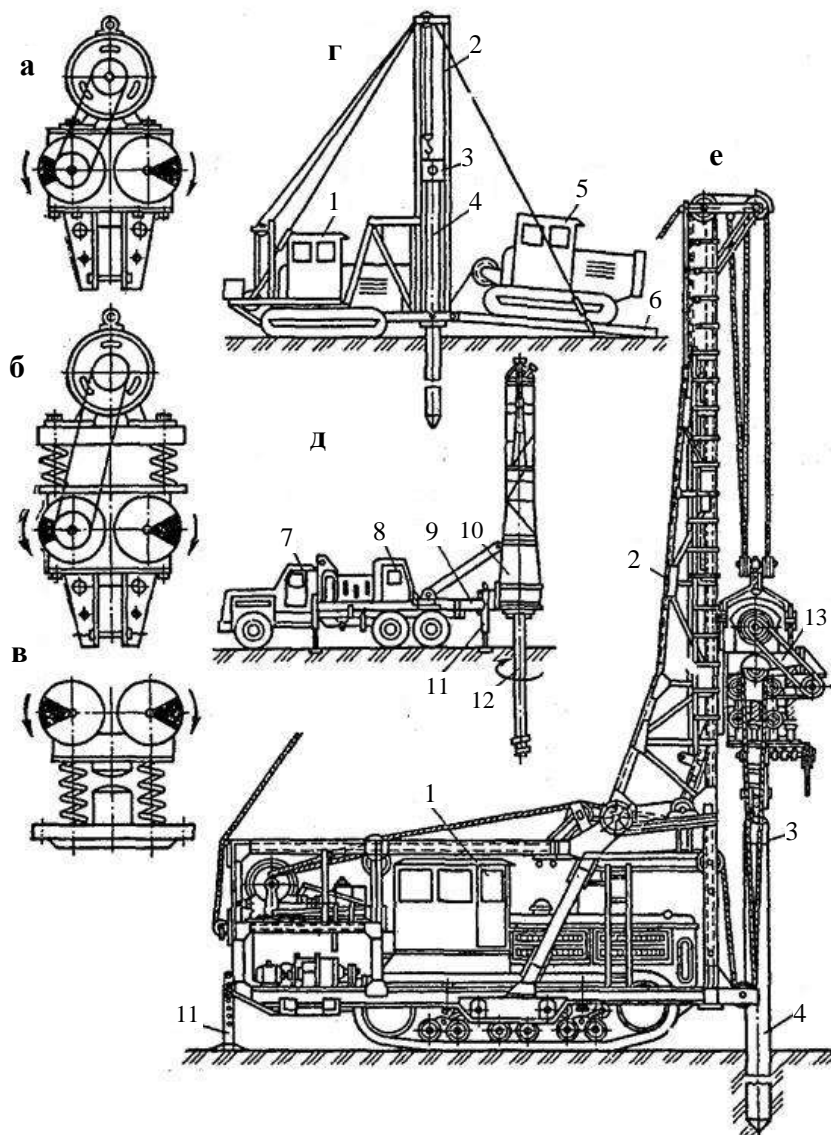


Рисунок 4.2 – Схеми віброзанурення, вдавлювання й загвинчування паль: а – віброзанурювач із жорстким кріпленням двигуна; б – із підресорним привантаженням; в – вібромолот; г – занурення палі методом вдавлювання; д – закручування палі; е – вібровдавлювання палі; 1 – робочий трактор; 2 – напрямна стріла; 3 – наголовник; 4 – палі; 5 – привантажний трактор; 6 – опорна плита; 7 – автомобільний тягач; 8 – пульт керування; 9 – рама; 10 – робочий орган; 11 – упор; 12 – гвинтова палі; 13 – віброзанурювач

Занурення паль методом загвинчування (див. рис. 4.2, д) базується на закручуванні сталевих та залізобетонних паль зі сталевим наконечником за допомогою мобільних установок, змонтованих на базі автомобілів або інших самохідних засобів. Метод застосовують найчастіше під час влаштування фундаментів щогл ліній електропередач, радіозв'язку та інших споруд, де достатньою мірою можуть бути використані несуча здатність гвинтових паль і опір їхнього висмикування. Установка для загвинчування складається з робочої

частини, приводів обертання й нахилу робочої частини, гідросистеми, пульта управління, чотирьох гідравлічних виносних опор і допоміжного обладнання. Робоча частина – кабестан – механізм, що складається з двох пар захопів і електродвигуна. Зачіни обтискають палю і передають на неї обертальний рух електродвигуна.

Занурення палей за методом підмиву ґрунту застосовують для незв'язних і малопов'язаних ґрунтів – піщаних і супіщаних. Доцільно використовувати підмив у разі використання палей з великим поперечним перерізом і великої довжини, але його не можна застосовувати до висних палей. Спосіб полягає в тому, що під дією води, яка подається під тиском у вістря палі, ґрунт розпушується і частково вимивається. Одночасно опір ґрунту на вістря палі знижується, а вода, що піднімається вздовж палі, розмиває прилеглий ґрунт, зменшуючи тертя на бічних поверхнях палі. Внаслідок цього палі занурюються в ґрунт під дією власної маси і маси встановленого на ній молота (рис. 4.3).

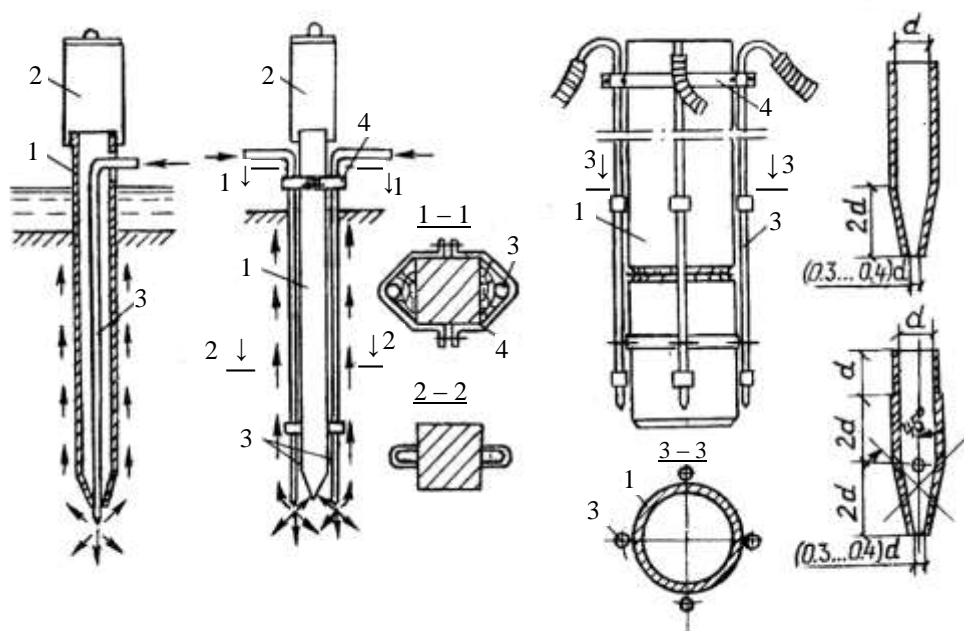


Рисунок 4.3 – Схеми розташування підмивних трубок: а – всередині палі (центральный підмив); б, в – зовні (зовнішній підмив); г – вихідний отвір наконечця; 1 – палі; 2 – молот; 3 – трубки підмивні; 4 – хомут

Спосіб занурення палей залежить від їхнього розташування в палевому полі та параметрів обладнання, що занурює палі. Послідовність забивання палей визначається за технічною картою або проектом виробництва робіт, вона залежить від розмірів палевого поля та властивостей ґрунтів.

Застосовують три схеми:

- *рядову*, коли послідовно забивають усі палі в одному ряду;
- *спіральну*, у разі забивання палей від центру до палей зовнішніх рядів;
- *секційну*, коли все поле ділять на окремі секції за шириною будівлі, у яких забивання здійснюється за рядовою схемою. Спіральна схема передбачає

занурення паль концентричними колами від центру до країв пальового поля, що дає змогу отримати мінімальну протяжність шляху установки, що занурює палі. Під час занурення паль основними факторами, що визначають вибір методу й устаткування, що занурює палі, є фізико-механічні властивості ґрунту, обсяг пальових робіт, вид паль, глибина їхнього занурення, продуктивність застосовуваних установок, що забивають палі, і пальових занурювачів.

Обсяги майбутніх робіт визначають за кількістю паль, які необхідно забити, або за сумарною довжиною занурюваної в ґрунт частини палі. Відповідно до обсягів робіт, специфіки ґрунтових умов і встановлених термінів робіт оберається обладнання для занурення паль і кількість установок, що занурюють палі.

4.3 Влаштування набивних паль, механізація робіт

Набивні палі влаштовують на місці їхнього майбутнього встановлення шляхом заповнення свердловини (порожнини) бетонною сумішшю або піском. Використовують багато варіантів вирішення таких паль. Їхніми перевагами є можливість виготовлення паль будь-якої довжини; відсутність значних динамічних впливів під час влаштування паль; можливість застосування за певних обмежень та у разі необхідності зміцнити наявний фундамент.

Набивні палі можуть бути бетонними, залізобетонними та ґрунтовими, до того ж передбачається можливість влаштування паль з розширеною п'ятою. Спосіб влаштування паль простий. У попередньо пробурену свердловину для заповнення подається бетонна суміш або ґрунти, здебільшого піщані.

Застосовують такі різновиди набивних паль: *буронабивні, пневматичні набивні, вібраційні трамбовані, часто трамбовані, вібраційні набивні, піщані і ґрунтобетонні*. Довжина паль становить 20...30 м при діаметрі 50...150 см.

Залежно від особливостей ґрунтів *буронабивні палі* влаштовують одним із таких способів: *сухим*, без кріплення стінок свердловин, *із застосуванням глинястого розчину* (для запобігання обвалення стінок свердловини) і *з кріпленням свердловини обсадною трубою*.

Сухий спосіб застосовується під час робіт на стійких ґрунтах (просадкові й глинясті твердої, напівтвердої і тугопластичної консистенції), які укріплюють стінки свердловини. Свердловина необхідного діаметра розбурюється за методом обертального буріння в ґрунті на задану глибину. Після приймання свердловини в установленому порядку за необхідності в ній монтують арматурний каркас і бетонують методом вертикально переміщеної труби.

Застосування глинястого розчину. У нестійких ґрунтах для запобігання обвалювання стінок свердловин застосовують насичений глинястий розчин бентонітових глин щільністю 1,15...1,3 г/см³, який спричинить гідростатичний тиск на стінки, тимчасово укріплює окремі ґрунти, особливо обводнені й нестійкі, до того ж унеможливорює обвалювання стінок свердловин. Цьому сприяє й утворення на стінках свердловини глинястої кірки внаслідок потрапляння розчину в ґрунт.

Під час буріння свердловин застосовують обертальний спосіб. Глинястий розчин готують на місці виконання робіт і в процесі буріння подають у сверд-

ловину пустотілою буровою штангою під тиском. Під час буріння розчин, що знаходиться під гідростатичним тиском, від місця буріння, зазнаючи опору ґрунту, починає підніматися вгору вздовж стінок свердловини, виносячи зруйновані бурами ґрунти, і, виходячи на поверхню, потрапляє у відстійник-зумпф, звідки знову насосом подається в свердловину для подальшої циркуляції (рис. 4.4).

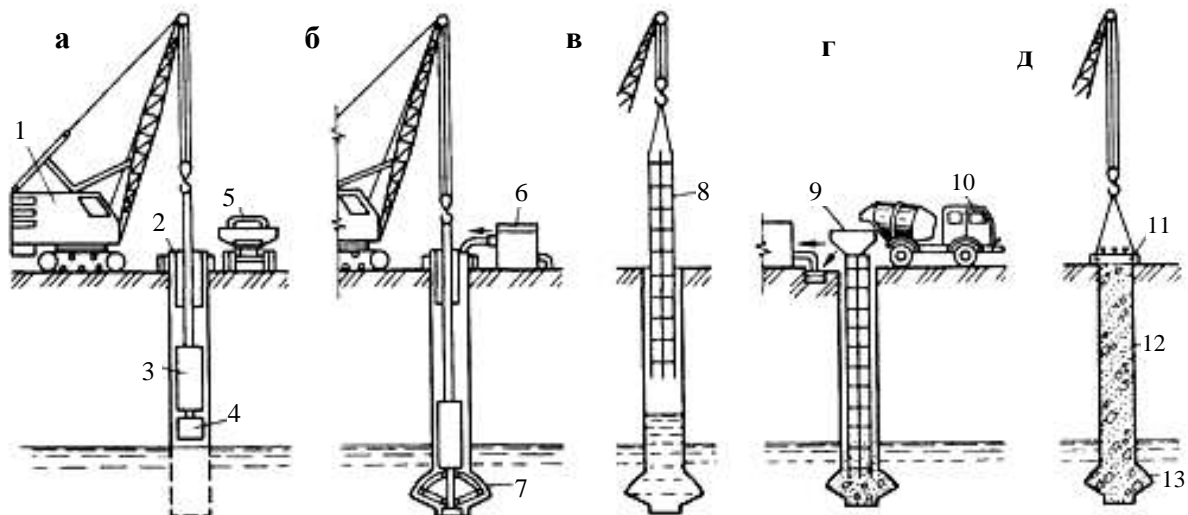


Рисунок 4.4 – Технологічна схема влаштування бурунабивних паль під глинястим розчином:

- а – буріння свердловини; б – улаштування розширеної порожнини;
в – установлення арматурного каркаса; г – установлення бетонолитної труби, бетонування розширеної порожнини; д – установлення опалубки й бетонування оголовка палі;
1 – стріловий кран; 2 – буровий кондуктор; 3 – робочий орган кондуктора; 4 – циліндр;
5 – автосамоскид; 6 – ємність приймання бетону; 7 – розширювач; 8 – арматурний каркас;
9 – бункер приймання бетону; 10 – автобетонозмішувач; 11 – опалубка; 12 – стовбур палі;
13 – розширена п'ята

Глинястий розчин, що перебуває в свердловині під тиском, цементує ґрунт на стінках, таким чином перешкоджаючи потраплянню води, що дає змогу не використовувати обсадні труби. Після завершення проходження свердловини в ній, за необхідності, установлюють арматурний каркас, і бетонна суміш з вібраційного бункера бетонолитною трубою потрапляє на дно свердловини. Піднімаючись угору, вона витісняє глинястий розчин. Під час заповнення свердловини бетонною сумішшю виконують підйом бетоноводу.

Після завершення бетонування свердловини формують голову палі. Застосовують установки для виготовлення набивних паль, використовуючи обсадні труби та витягаючи ґрунт із труби вібраційним грейфером.

Бурунабивні палі з розширеною п'ятою. Діаметр таких паль – 0,6...2,0 м, довжина – 14...50 м. Використовують три способи влаштування розширення паль. Перший спосіб – розпирання ґрунту посиленням трамбуванням бетонної суміші в нижній частині свердловини (неможливо оцінити якість робіт), ступінь перемішування бетону з ґрунтом і його несучу здатність (див. рис. 5.12, е–и).

Вибуховий спосіб влаштування розширень. У пробурену свердловину встановлюють обсадну трубу. На дно свердловини опускають заряд вибухової

речовини розраховуваної маси, дроти від детонатора виводять до вибухової машини, що знаходиться на поверхні. Свердловину заповнюють бетонною сумішшю на 1,5...2,0 м, піднімають на 0,5 м обсадну трубу й здійснюють вибух. Енергія вибуху ущільнює ґрунт і створює сферичну порожнину, яка заповнюється бетонною сумішшю з обсадної труби. Після цього порціями і з необхідним ущільненням обсадну трубу заповнюють бетонною сумішшю до верху (рис. 4.5, а–г).

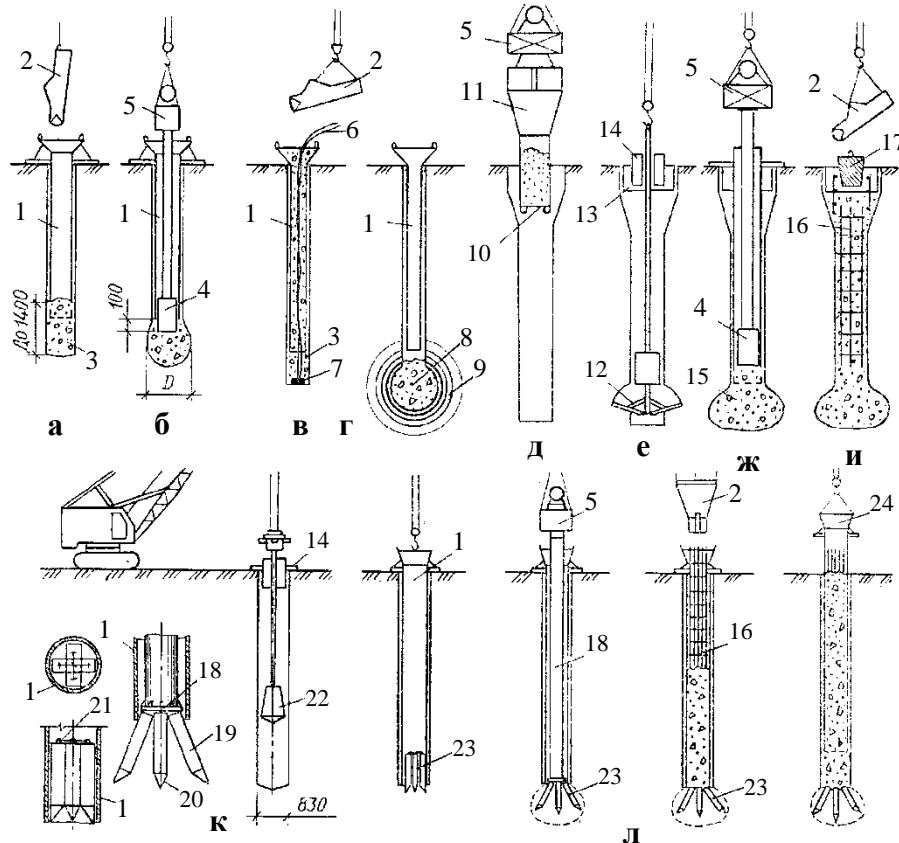


Рисунок 4.5 – Розширення площі оперття набивної палі та бурової опори: а – засипання в свердловину жорсткої бетонної суміші; б – утрамбовування суміші в ґрунті; в – закладання заряду вибухової речовини та заповнення свердловини пластичною бетонною сумішшю; г – утворення розширення вибухом заряду; д – розбурювання верхнього розширення для стакана опори-колони; е – розбурювання нижнього розширення; ж – утрамбовування жорсткої бетонної суміші в ґрунт основи; и – формування опори-колони та стакана; к – конструкція пакета свайок (їхнє розположення після забивання); л – схема улаштування бурової опори з коренеподібною основою; 1 – інвентарна обсадна труба; 2 – цебер з бетоном; 3 – бетонна суміш; 4 – вібраційне трамбування; 5 – вібраційний занурювач; 6 – дроти до підривної машини; 7 – заряд вибухової речовини; 8 – камуфлетне розширення; 9 – ущільнена ґрунтова оболонка; 10 – дно розширювача, що відкривається; 11 – розширювач гирла свердловини; 12 – розширювач основи свердловини; 13 – інвентарна опалубка; 14 – буровий кондуктор; 15 – повторне розширення трамбуванням; 16 – арматурні сітки; 17 – форма стакана; 18 – сталеві щогли з опорною плитою; 19 – крайня свайка з одностороннім скосом; 20 – середня свайка з симетричним вістря; 21 – стропильні скоби й в'язі; 22 – ківшевий бур; 23 – пакет свайок; 24 – витягання обсадної труби та формування оголовка

Буроабивна паля з башмаком. Особливість методу в тому, що в пробурену свердловину опускають обсадну трубу, яка має на кінці вільно опертий чавунний башмак, що залишається в ґрунті після занурення обсадної труби на необхідну глибину. Порційно завантажуючи бетонну суміш, регулярно її ущільнюючи й поступово витягуючи трубу, отримують готову набивну бетонну палю.

Трубобетонні палі. Принципова відмінність методу в тому, що обсадна труба завдовжки 40...50 м має в нижній частині жорстко закріплений башмак. Після досягнення дна свердловини труба залишається там, не виймається й заповнюється бетонною сумішшю.

Підводне бетонування застосовують для запобігання потрапляння бетонної суміші від розмиву у разі високого рівня малорухомих ґрунтових вод. Бетонну суміш подають в обсадну трубу не лотком, а під тиском трубопроводом, зануреним до самого низу свердловини. Під впливом тиску суміш видавлюється з труби, заповнює простір свердловини знизу й починає підніматися вгору, відтісняючи наверх воду, що знаходиться в свердловині.

Пневматичні трамбовані палі. Палі застосовують під час влаштування фундаментів в насичених водою ґрунтах з великим коефіцієнтом фільтрації. Бетонну суміш укладають у порожнину обсадної труби за постійного підвищеного тиску повітря (0,25...0,3 МПа), який подається від компресора через ресивер, що нормалізує коливання тиску. Бетонну суміш подають невеликими порціями через спеціальний пристрій – шлюзову камеру, що працює за принципом установок, які нагнітаються пневматично й використовуються для транспортування бетонної суміші. Шлюзову камеру закривають спеціальними клапанами. Подача бетонної суміші в камеру здійснюється за закритого нижнього клапана й відкритого верхнього. У разі заповнення камери сумішшю верхній клапан закривається, нижній відкривається, суміш вичавлюється в свердловину.

Набивні палі будь-якого типу необхідно бетонувати безперервно. У разі розташування паль одна від одної на відстані меншій, ніж 1,5 м, їх встановлюють через одну, щоб не пошкодити забетоновані. Пропущені свердловини бетонують під час другого проходження бетонолитної установки, після набуття раніше забетонованими палями достатньої міцності й несучої здатності. Така послідовність робіт передбачає оберігання як готових свердловин, так і свіжозабетонованих паль від пошкоджень. Буроабивні палі мають низку недоліків, які гальмують їхнє подальше застосування. Такими недоліками є невелика питома несуча здатність, висока трудомісткість бурових робіт, необхідність кріплення свердловин в нестійких ґрунтах, утрудненість бетонування паль у ґрунтах, насичених водою, і контролю за якістю виконаних робіт.

Застосовують також *метод віброштампування*, використовуючи верстат ударно-канатного буріння (див. рис. 4.6). Спочатку на глибину до 0,5 довжини палі пробурюється свердловина-лідер, потім свердловину пробивають ударним снарядом на необхідну глибину. Завантажують в нижню частину свердловини

жорстку бетонну суміш стовпом 1,5...2 м і за допомогою трамбування ударами утворюють в основі палі розширену п'яту. У гирлі свердловини встановлюють обсадну трубу, монтують арматурний каркас і бетонують верхню частину палі.

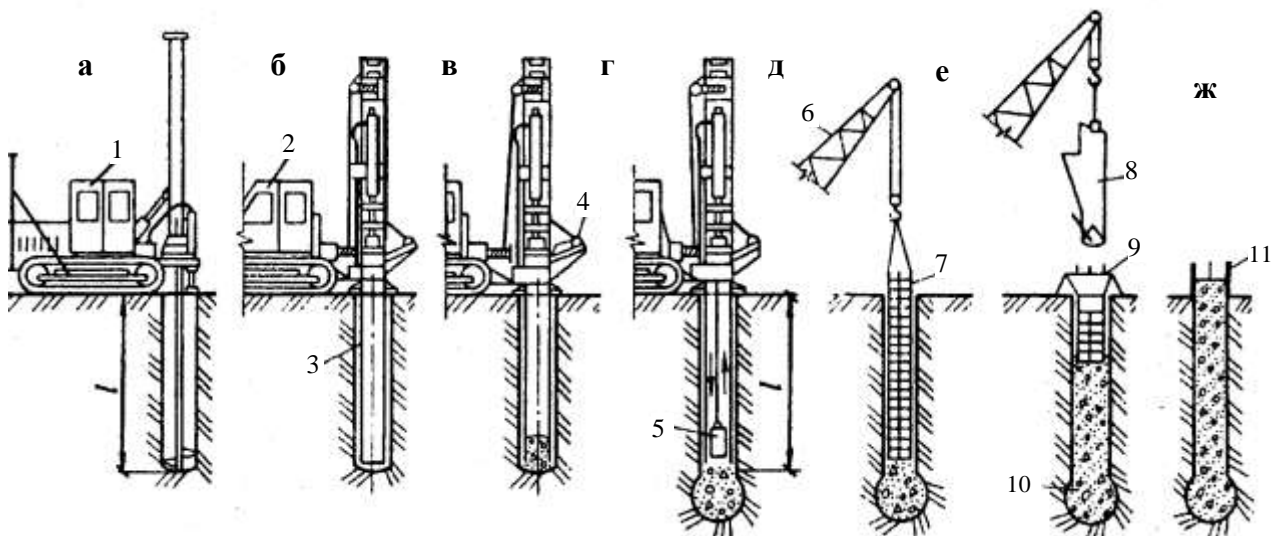


Рисунок 4.6 – Технологічна схема влаштування буронабивних палі з виштампованою п'ятою: а – буріння свердловини; б – установлення в свердловину обсадної труби; в – засипання в свердловину жорсткої бетонної суміші; г – утрамбовування бетонної суміші в основу; д – витягування обсадної труби й установлення арматурного каркаса; е – бетонування стовбура палі з ущільненням глибинним вібратором; ж – пристрій для опалублення напальника; 1 – бурова машина; 2 – робочий механізм з навісним обладнанням для влаштування розширеної п'яти; 3 – обсадна труба; 4 – лоток для завантаження жорсткої бетонної суміші; 5 – трамбування; 6 – стріловий кран; 7 – арматурний каркас; 8 – цебер з бетонною сумішшю; 9 – вирва; 10 – виштамповування розширеної п'яти; 11 – палублення напальника

Метод вібраційного формування палі передбачає наявність вібраційного формувача. Його порожнисте наконечня в нижній частині має лопаті й з'єднується через жорстку штангу з віброзанурювачем. Під час дії останнього наконечня занурюється в ґрунт і утворює свердловину, яка під час занурення наконечня заповнюється бетонною сумішшю з бункера, встановленого над гирлом свердловини. Після буріння свердловини наконечня трохи піднімають, одночасно його лопаті розкриваються, через порожнину наконечня бетонна суміш потрапляє на дно свердловини. Замість стулок, що відкриваються самі можна використати чавунний башмак, що втрачається.

Палі, що втрамбовують, використовують в сухих пов'язаних ґрунтах. В пробурену свердловину за допомогою віброзанурювача, закріпленого на екскаваторі, занурюють до проектної відмітки сталеву обсадну трубу, що має на кінці зніманий залізобетонний башмак. Порожнину труби заповнюють на 0,8...1,0 м бетонною сумішшю й ущільнюють її за допомогою спеціальної штанги, що трамбує, яка приєднана до віброзанурювача.

Башмак разом з бетонною сумішшю вдавлюється в ґрунт, утворюється розширена п'ята. Обсадна труба заповнюється бетонною сумішшю порціями, постійно ущільнюючись. Під час заповнення свердловини бетонною сумішшю

при працюючому віброзанурювачі, який значно знижує адгезію труби з бетоном в процесі її вилучення, здійснюється підйом обсадної труби екскаватором. Частотрамбовані палі влаштовують шляхом забивання обсадної труби в пробурену свердловину разом з одягненим на кінець чавунним башмаком, який залишається в ґрунті (рис. 4.7).

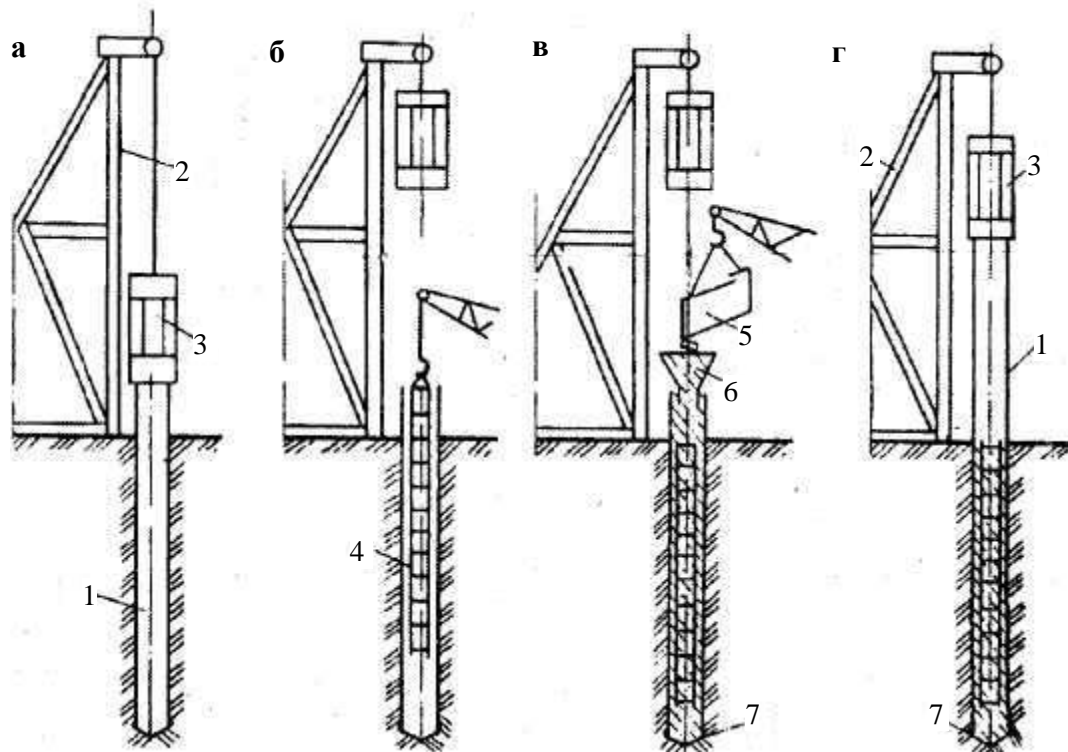


Рисунок 4.7 – Технологічна схема влаштування частотрамбованих палей: а – занурення обсадної труби; б – установлення арматурного каркаса; в – подавання бетонної суміші в порожнину труби; г – витягування обсадної труби з одночасним ущільненням бетонної суміші; 1 – обсадна труба; 2 – копер; 3 – молот подвійної дії; 4 – арматурний каркас; 5 – цебер з бетонною сумішшю; 6 – приймальна вирва; 7 – чавунний черевик

Бетонну суміш в обсадні труби завантажують порціями за 2–3 прийоми. За допомогою молота подвійної дії, що передає зусилля через обсадну трубу, переріз палі формується й обсадна труба витягується з свердловини. Обсадна труба з чавунним башмаком під дією ударів молота занурюється в ґрунт до проектної відмітки. Занурюючись, труба розсуває частинки ґрунту й ущільнює його. Коли труба досягає нижньої точки, у її порожнину опускають арматурний каркас (за необхідності), далі через лійку з вібраційного цебра подають у порожнину обсадної труби бетонну суміш, осідання конуса становить 8...10 см.

Після заповнення обсадної труби на висоту 1 м її піднімають, башмак зісковзує під дією бетонної суміші, яка тисне на нього й поступово заповнює свердловину. Молот подвійної дії, з'єднаний з обсадною трубою, здійснює часті парні удари, спрямовані навпереміну вгору й униз.

Від ударів, спрямованих вгору труба за 1 хвилину витягується з ґрунту на 4...5 см, а від ударів, спрямованих униз, труба осідає на 2...3 см. Трамбування бетонної суміші, що надходить до свердловини під дією власної маси,

здійснюється шляхом застосування ударів нижнього окрайка обсадної труби й тертя бетону об стінки труби внаслідок вібраційного впливу молота, у зв'язку з чим уся бетонна суміш постійно перебуває в процесі вібрації і, у підсумку, добре ущільнюється. Отже ущільнюється ґрунт в нижній частині свердловини, частина бетонної суміші впресовується в стінки свердловини, збільшуючи їхню міцність. Таке трамбування бетону в обсадній трубі продовжують до повного вилучення труби з ґрунту. За необхідності на видобуту обсадну трубу закріплюють зовнішні вібратори, які допомагають якісніше ущільнити верхні шари бетонної суміші. Частотрамбовані палі можна виготовляти армованими.

Армування здійснюється шляхом проведення розрахунків, але здебільшого арматурний каркас застосовують тільки у верхній частині палі для з'єднання з армуванням монолітного ростверку. Якщо передбачено армування на всю висоту палі, то арматурний каркас опускають в обсадну трубу до початку бетонування.

Піщані набивні палі – найбільш дешевий спосіб ущільнення слабких ґрунтів. Сталева обсадна труба з башмаком занурюється в ґрунт за допомогою віброзанурювача. Досягнувши проектної відмітки, вона частково заповнюється піском, під час піднімання обсадної труби під дією маси піску вона відокремлюється від башмака, і за допомогою віброзанурювача витягується на поверхню; ґрунт від вібраційних струсів ущільнюється. Додаткового ущільнення можна досягнути шляхом промивання свердловини водою. Застосовують труби діаметром 32...50 см; під час витягання в трубі завжди повинен знаходитися шар піску висотою 1,0...1,25 м. Спосіб застосовується для свердловин завглибшки до 7 м.

4.4 Контроль якості виконання робіт

Приймання пальових робіт супроводжується оглядом пальової основи, перевірянням відповідності виконаних робіт проекту, інструментальним перевірянням правильності розташування паль або шпунта, контрольними випробуваннями паль. Відхилення у розташуванні паль від проектного не повинно перевищувати у ростверку стрічкового типу одного діаметра палі, в пальових полях – подвійних розмірів палі.

Під час здійснення контролю якості влаштування пальових фундаментів керуються такими твердженнями:

- від якості виконання пальових робіт залежить несуча здатність пальових фундаментів, що має важливе значення для всієї будівлі чи споруди;
- влаштування паль належить до прихованих робіт, що передбачають поопераційний контроль якості під час їхнього влаштування.

Взагалом контролюють:

- відповідність виробів, що надходять на будівельний майданчик, і матеріалів проекту;
- дотримання затвердженої технології занурення забивних або влаштування набивних паль;
- несучу здатність паль;

– відповідність розташування паль у плані геодезійного розбивання.

Основним контрольованим параметром є забезпечення несучої здатності паль. Несучу здатність занурених паль визначають за допомогою статичного й динамічного методів, а набивних – тільки статичного.

Визначення несучої здатності палі. Для паль-стійок, що спираються на міцний ґрунт, головним фактором є міцність матеріалу палі, оскільки їх забивають у щільні ґрунти до проектної позначки. Несучу здатність висних паль визначають двома способами: пробних навантажень і динамічним.

Статичний метод визначення несучої здатності застосовують після забивання всіх паль. Для цього зверху на палю діють гідравлічними домкратами до моменту зміщення її відносно навколишнього ґрунту. Під час цього способу пробних навантажень на палю передають навантаження, зростаюче ступенями в 0,07...0,1 граничного розрахункового навантаження, вимірюють осідання і будують графік залежності між ними. За гранично допустиме навантаження приймають щабель, що передуює навантаженню, внаслідок якого палля занурилася в ґрунт на величину, що більш ніж у п'ять разів перевищує попереднє занурення. Цей спосіб надійний, але дуже трудомісткий, а для оцінювання міцності пального поля потрібен великий проміжок часу (4...12 діб).

Динамічний метод базується на непрямій оцінці несучої здатності палі, що забивається, по значенню відмови, тому для паль, що занурюються, цей метод замінює статичний. Динамічний метод також базується на тотожності роботи молота під час падіння, і палею на шляху її занурення. Відмови заміряють відмовомірами, які можна розміщувати на ґрунті або підвішувати на палю за допомогою хомута. Відмовомір – це мірна лінійка, уздовж якої переміщуються покажчики відмов. Під час занурення палі в ґрунт один з покажчиків рухається вниз і показує на мірній лінійці сумарне значення залишкової відмови. За відсутності відмовомірів величину відмови палі під час забивання за розрахунковий відрізок часу можна визначити за допомогою нівеліра, гідравлічного рівня, натягнутого над рівнем землі дрота.

Безпека при виконанні пальових робіт. Для безпечного виконання заглиблення паль слід керуватися умовами діючих будівельних нормативних вимог на проведення робіт. Заходи щодо безпечних методів пальових робіт розробляють з урахуванням прийнятої технології, виходячи з їх конкретних умов будівельного майданчика. Такі вимоги відбивають у проекті проведення робіт.

Згідно з основними вимогами безпеки передбачають наступне. Палейну установку до заглиблення паль за актом приймає комісія. Заборонено виконувати роботи, не зв'язані з влаштуванням пальових фундаментів. Небезпечна зона визначається радіусом дії палейної установки плюс 5 м, її переміщення з піднятим палеаглублювачем і палею не допускається. Крани й установки, застосовувані для витягу паль, повинні обладнуватися обмежувачами вантажопідйомності.

Лекція 5 КОМПЛЕКСНА МЕХАНІЗАЦІЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ БЕТОННИХ РОБІТ

5.1 Загальні відомості

На сьогодні найбільш перспективною технологією зведення будівель і споруд є монолітне будівництво. Воно передбачає зведення конструктивних елементів з бетонної суміші із залученням спеціальних форм (опалубки) безпосередньо на будівельному майданчику. Встановлюють жорсткий каркас з різними видами огорожувальних конструкцій.

Варто окремо розглянути переваги монолітного будівництва. Крок конструкцій під час монолітного будівництва не має значення. У збірному – розміри усіх конструкцій кратні певному модулю. Технологія конструкцій, виконуваних на заводі, не дає змоги швидко змінити форму оснащення, тому архітектори і проектувальники були змушені використовувати тільки певні типорозміри і, як наслідок, обмежені у прийнятті проектних рішень.

Монолітні будинки легші за цегельні на 15...20 %, значно зменшується товщина стін і перекриттів. Внаслідок полегшення ваги конструкцій зменшується матеріаломісткість фундаментів, відповідно здешевлюється влаштування фундаментів, виробничий цикл переноситься на будівельний майданчик. Якщо монолітне будівництво ведеться за чітко відпрацьованою схемою, то зведення будівель здійснюється за коротші терміни. Крім того, якісно виконана робота виключає необхідність «мокрих» процесів. Стіни й стелі виявляються практично готовими до оброблення.

У монолітному будівництві в конструкціях майже не використовують шви. Внаслідок цього підвищуються показники тепло- і звуконепроникності. Такі конструкції довговічніші.

Тривалий час монолітне будівництво майже не розвивалося. До того ж завдання було простим: будувати якнайшвидше і якомога більше. Вважалося, що монолітне будівництво не може застосовуватися в наявних кліматичних умовах: бетон повинен застигати за певної температури. З часом, коли пріоритети в будівництві змінилися, стало зрозумілим, що й сучасні панельні будинки мають багато недоліків: це деяка обмеженість в архітектурі, обмаль набору квартир, необхідність улаштування будівельного майданчика значних розмірів.

Панельні будинки не мобільні, домобудівельні комбінати випускають панелі і блок-секції тільки певних розмірів. Щоб змінити асортимент, необхідно переоснастити весь завод, що важко й дорого. Монолітні будинки дають змогу забезпечити потреби замовника: щодо протяжності будівлі, кількості поверхів, фасаду, планування квартир. От же, роль архітектора мінімізується, а зовнішній вигляд будівель урізноманітнюється.

Процес монолітного будівництва складається з декількох етапів: приготування і доставки бетону (марок 200...400), підготування опалубки і власне укладання бетону. Цей процес спрощується, якщо з'являється можливість створення власного бетонного вузла безпосередньо на будівельному майданчику.

5.2 Структура процесу зведення монолітних залізобетонних конструкцій

Комплексний процес бетонування конструкцій складається з пов'язаних між собою заготівельних, транспортних і монтажних робіт (рис. 5.1).

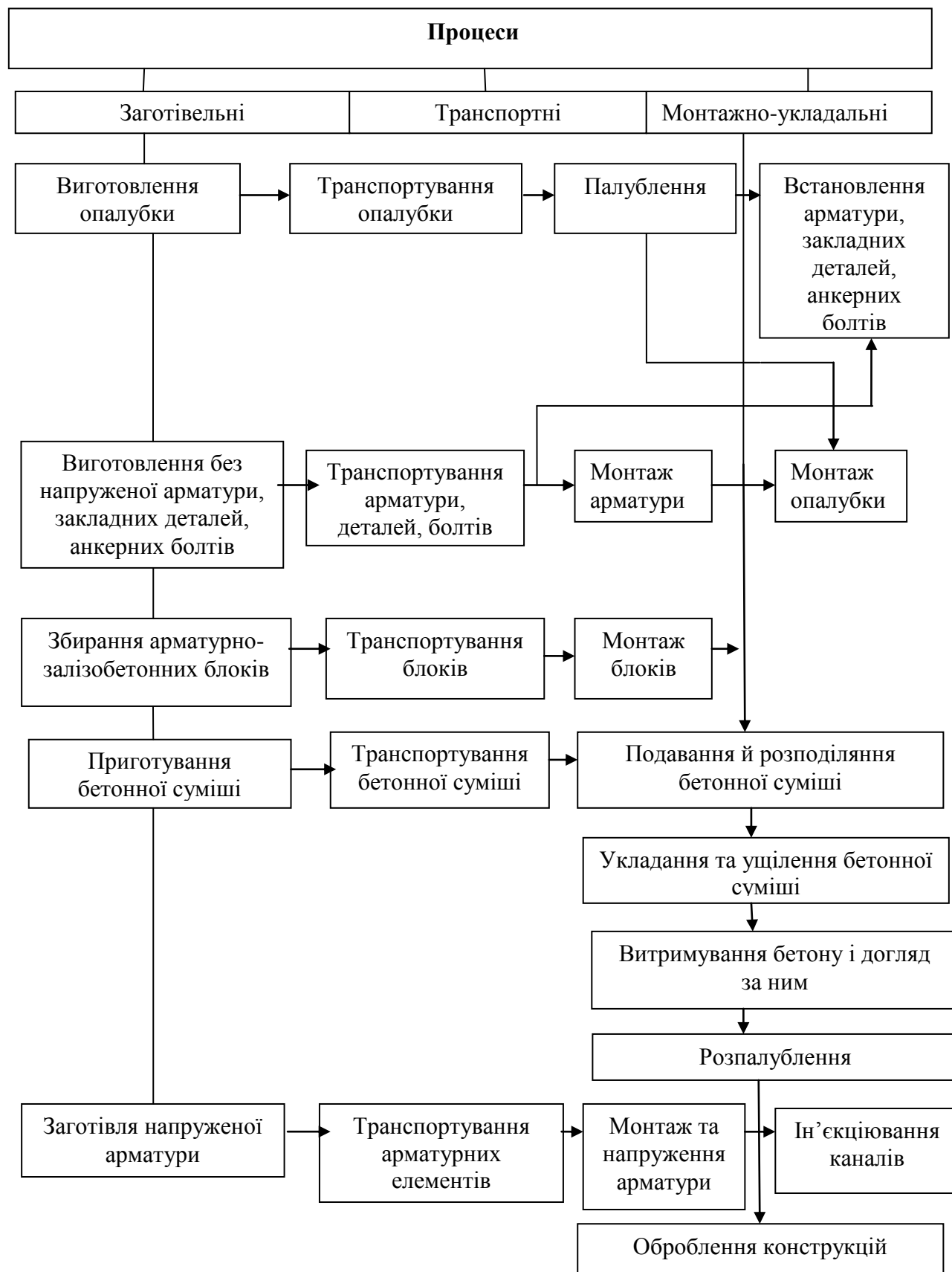


Рисунок 5.1 – Схема процесу зведення монолітних залізобетонних конструкцій

До заготівельних процесів належать такі роботи : виготовлення елементів опалубки, додаткових механізмів і пристроїв до неї; заготівля арматури; виготовлення каркасів і арматурно-опалубних блоків, а також приготування бетонної суміші. Такі процеси здійснюють на заводах або на спеціально оснащених ділянках в умовах будівельного майданчика.

Опалубку, арматуру й бетонну суміш до об'єктів, що зводяться, доставляють за допомогою різноманітних видів транспорту.

До базових монтажно-укладальних процесів, які виконують безпосередньо на будівельному майданчику, належать: палублення, монтаж арматурних і арматурно-опалубних блоків, подавання, розподіл, укладання та ущільнення бетонної суміші, догляд за бетоном, монтаж і натягання арматури, ін'єкціювання каналів (під час зведення попередньо напружених конструкцій), розпалублення, контроль якості та оброблення поверхонь конструкцій.

5.3 Призначення, види опалубки і вимоги до неї

Щоб виготовити бетонну й залізобетонну конструкцію певних розмірів і конфігурації необхідно укласти бетонну суміш і арматуру в заздалегідь приготувану форму, яка називається опалубкою (рис. 5.2).

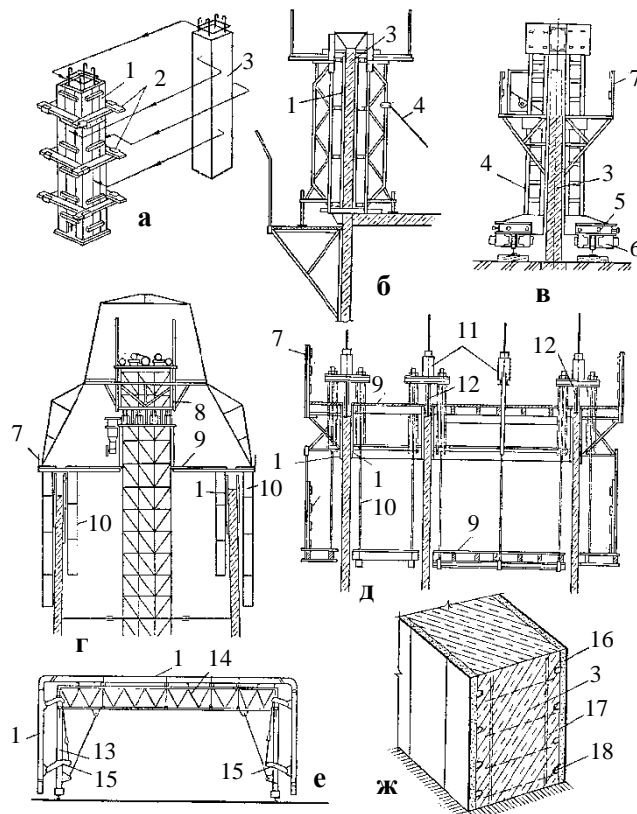


Рисунок 5.2 – Види опалубки: а – розбірно-переставна; б – великощитова; в – пересувна котучо-змінна; г – підйомно-переставна; д – підйомно-змінна; е – переставна об'ємна;

ж – опалубка-личкування; 1 – щити опалубки; 2 – хомути; 3 – забетонована частина конструкції; 4 – підтримувальні конструкції; 5 – візки; 6 – котки; 7 – огорожа; 8 – підйомник; 9 – робочий настил; 10 – підвісні риштування; 11 – домкрати; 12 – домкратні стрижні; 13 – стояк рами; 14 – рама; 15 – шарнірні тяги; 16 – плити опалубки-личкування; 17 – арматурний каркас; 18 – анкер петлі

Застосування сучасних опалубок під час монолітного будівництва значно підвищує його технологічність. На терміни, якість зведення конструкцій суттєво впливає застосовувана опалубка. Сучасні опалубки можна класифікувати за різними критеріями. З сферою застосування й конкретних завдань: для стін; для пере-криттів; колон; кільцевих стін зі змінним радіусом; тунельна; одностороння.

Опалубка на висоті підтримується в проектному положенні за допомогою риштування. Опалубка і риштування повинні бути жорсткими, міцними й незмінними, простими під час виготовлення, збирання і розбирання. Бік опалубки, що дотуляється до бетону, повинен бути гладким, стики дощок і щитів під час бетонування не повинні пропускати цементного молока. Для здешевлення бетонних і залізобетонних конструкцій щити та інші елементи опалубки виготовляють з урахуванням їхнього багаторазового використання. Вартість опалубки становить 20...30 % від загальної вартості бетонних і залізобетонних конструкцій.

Класифікація опалубки за видом матеріалу. За видом матеріалу, із якого виготовляють монолітні бетонні й залізобетонні конструкції, опалубка може бути *дерев'яною, металевою, фанерною, залізобетонною і комбінованою*. Раціональними є комбіновані конструкції опалубок.

Останнім чином використовують опалубки з алюмінію. Маса алюмінію на 65 % менше сталі, тому опалубні щити з нього мають меншу масу, а межа міцності на розтяг в 6...10 разів вища, ніж у деревини. З розвитком хімії полімерів широко використовують пластмасові опалубки. Вони мають високу міцність при статичному навантаженні, стійкість проти стирання і хімічну сумісність з бетоном. Цим вимогам найбільше відповідають пластмаси, армовані скловолокном. Опалубки з полімерних матеріалів відрізняються невеликою масою, стабільністю форми і стійкістю проти корозії.

За конструктивними ознаками в будівництві застосовуються такі види опалубки: стаціонарна; розбірно-переставна; ковзна; підйомно-переставна; перекочувальна; бетонні та залізобетонні блоки й плити оболонки; армоцементні й металеві плити; бетонування без опалубки (сітчаста форма).

Застосування *стаціонарної* (такої, що не обертається) опалубки допускається у надзвичайних випадках для нетипових конструкцій і споруд, що не мають повторюваних елементів.

У будівельній практиці широко застосовується *розбірно-переставна опалубка*, що складається з окремих щитів, які встановлюють вручну або за допомогою кранів, і підтримуючих їх частин – ребер, кружал, стяжок, хомутів.

Котучу (пересувну) опалубку застосовують для бетонування лінійних споруд великої протяжності, що мають постійний поперечний переріз. Збірна катуча опалубка пересувається на ковзанках або колесах по рейковому шляху.

Ковзна або рухома опалубка широко застосовується під час будівництва силосних веж, цементних складів, зернових елеваторів, резервуарів, водонапірних веж та інших споруд, що мають велику висоту і відносно невеликий поперечний переріз. Опалубка складається з металевих стінок або

міцних дерев'яних щитів, що охоплюють споруду по всьому контуру з внутрішнього і зовнішнього боків. Піднімання опалубки на чергову робочу позицію при бетонуванні здійснюється за допомогою домкратної рами. Заповнення опалубки бетоном, що безперервно піднімається, проводиться шарами 10...15 см без зупинок, до того ж рівень бетонної суміші не доводиться до верху форм на 15...20 см.

Опалубка-личкування – це використання як опалубки плит-оболонки і блоків (рис. 5.3). Така опалубка міцно з'єднується з частиною конструкції, що бетонується, за допомогою випусків арматури і залишається у спорудженні як личкування. Під час зведення масивних бетонних і залізобетонних конструкцій застосовують вакуум-опалубку і абсорбуючу опалубку.

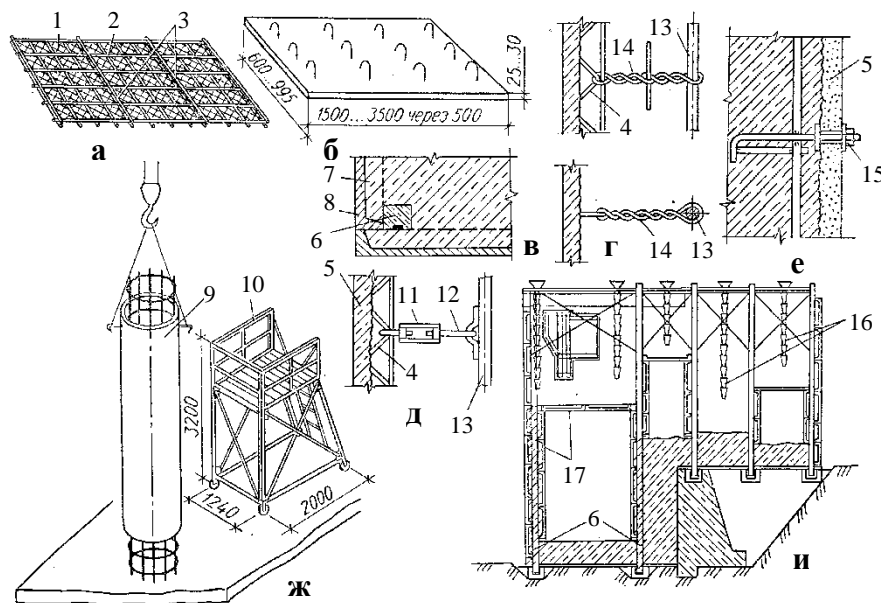


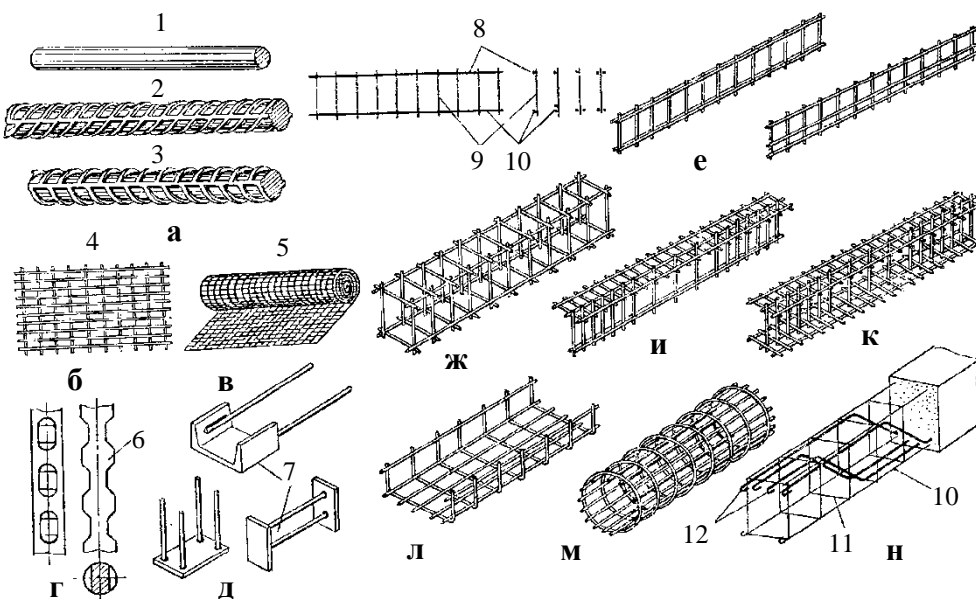
Рисунок 5.3 – Схема опалубки-личкування: а – армопакет; б – плоска армоцементна плита опалубки-личкування; в – кріплення ребристих плит опалубки; г – кріплення плоских плит скрутками; д – кріплення плоских плит форкопфом; е – кріплення плоских плит через отвори в плиті; ж – опалубка колони з азбестоцементної труби; и – опалубка масивного фундаменту;
 1 – тканина сітка; 2 – зварна сітка; 3 – притисні прутки; 4 – арматурна фермочка; 5 – плита;
 6 – залізобетонний стояк каркаса; 7 – бетон конструкції; 8 – ребриста плита опалубки;
 9 – азбестоцементна труба; 10 – монтажний стіл; 11 – форкопф; 12 – відрізок арматури;
 13 – стрижень армокаркасу; 14 – скручування; 15 – болт з гайкою; 16 – ланкові хоботи;
 17 – плити опалубки-личкування

Рамна опалубна система містить каркасні щити, підпирні елементи й деталі кріплення. За необхідності можуть використовуватися кутові елементи (зовнішні і внутрішні), а також підмости для бетонування й риштування. Основою для рамних опалубних систем є каркасні щити. Вони складаються з несучої металевої рами (сталевій або алюмінієвій), ребер жорсткості й опалубної плити. Рама із замкнутого порожнистого профілю з фасонним гофром охороняє торчачі опалубної плити від ушкоджень і з'єднує елементи.

Балочна опалубна система включає балки, щити, елементи кріплення, підпирні елементи, ригелі, підмости для бетонування й риштування. Балки є конструкцією з деревини двотаврового перерізу, що витримує велике

Монтаж сучасних опалубних систем здійснюється кваліфікованими робітниками вручну і за допомогою будівельного обладнання – кранів, риштування. У деяких випадках, наприклад у центральних частинах міст, під час реконструкції, коли неможливо розмістити будівельну техніку, застосовують спеціальні опалубні системи, монтаж яких здійснюється вручну.

За призначенням у конструкції арматура може бути *робочою, розподільною і монтажною* (рис. 5.4).



71

Робоча арматура використовується для сприйняття розтягуючих зусиль, що виникають в залізобетонних конструкціях під дією їхньої власної маси й зовнішніх навантажень.

Розподільна арматура використовується для рівномірного розподілу навантажень між робочими стрижнями, для забезпечення їхньої сумісної роботи, для зв'язування робочих стрижнів, щоб перешкоджати зміщенню арматури під час бетонування.

Монтажна арматура зазвичай не сприймає зусиль, а забезпечує необхідне положення в палубленні робочих стрижнів, плоских арматурних сіток та елементів. У сучасному будівництві поширення набула арматура періодичного профілю, що має надійне анкерування й краще зчеплюється з бетоном.

Плоскі робочі сітки мають такі розміри: ширина – до 2,5 м, довжина – до 9,0 м, іноді, згідно із замовленням, – до 12,0 м. Повздовжні робочі стрижні мають діаметр 12...25 мм при кроці 200 мм, монтажна арматура – діаметр 8..12 мм при максимальному кроці до 600 мм.

Сітки у вигляді рулонів мають широку номенклатуру щодо сталі, яка застосовується, діаметрів стрижнів, розмірів осередків і ширини сіток. Довжина сіток не обумовлюється, але маса окремого рулону не повинна перевищувати 1200 кг.

Плоскі сталеві каркаси зазвичай складаються з повздовжньої арматури, що утворює один або два пояси і з'єднує їхні решітки окремими поперечними або безперервними (у вигляді змійки) стрижнів.

Просторові арматурні каркаси складаються з двох або чотирьох плоских каркасів, з'єднаних між собою окремими стрижнями або хомутами. Такі каркаси застосовують для армування колон, балок, ригелів і фундаментів.

Іноді використовують арматурні несучі каркаси, які, поєднуючись з опалубкою, утворюють *арматурно-палубленеві блоки*. Зазвичай таке рішення приймають у разі необхідності звести одиничну конструкцію з прогоном до 9 м завдовжки.

Арматурні роботи передбачають такі процеси: централізоване заготовлення арматурних елементів; транспортування арматури на будівельний майданчик, сортування й складування; укрупнювальне збирання арматурних елементів, виготовлення арматурних виробів; установлення до опалубки стрижнів, сіток, арматурних каркасів; з'єднання окремих монтажних одиниць в єдину армоконструкцію; розкріплення армоконструкції, яке забезпечить належний захисний шар під час бетонування.

Установлення арматури й арматурних виробів здійснюють за допомогою машин і механізмів, які використовують на будівельному майданчику. У незручних для застосування механізмів місцях арматуру укладають і зв'язують вручну.

Проведення арматурних робіт на об'єкті. Армування залізобетонних конструкцій здійснюють за допомогою зварних арматурних каркасів і сіток заводського виготовлення (див. рис. 5.5). Під час зведення монолітних

залізобетонних конструкцій на будівельному об'єкті виконують такі операції: укрупнювальне збирання просторових арматурних каркасів; установлення готових каркасів і сіток в опалубку; установлення і зв'язування арматури окремими стрижнями в палубленні.

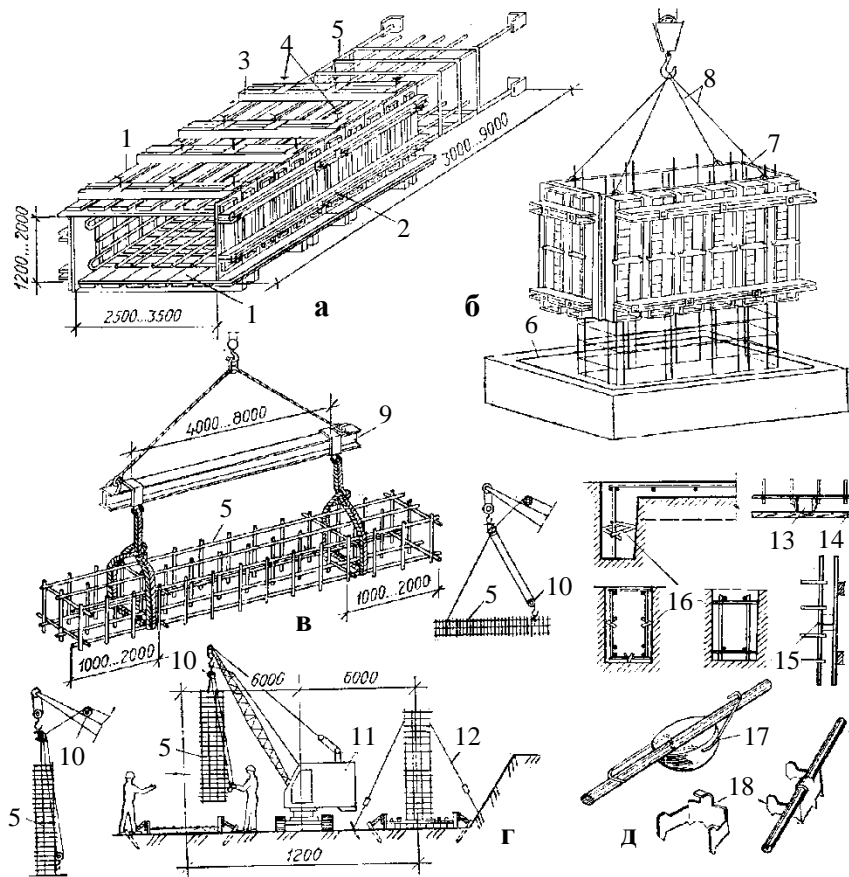


Рисунок 5.5 – Схеми монтажу арматурно-палубленневих і арматурних блоків: а – загальний вигляд арматурно-палубленневого блока підколонника; б – монтаж блока; в – монтаж арматурного блока стрічкового фундаменту; г – монтаж арматурного блока колони; д – підкладки для утворення захисного шару; 1 – щити палублення; 2, 3 – схватки; 4 – кріпильні болти; 5 – блок арматури; 6 – стакан фундаменту; 7 – арматурно-палубленневий блок; 8 – стропи; 9 – траверса; 10 – напівавтоматичний строп; 11 – гусеничний кран; 12 – розчалювання; 13 – підкладка; 14 – опалубка; 15 – бетонна прокладка зі скобою; 16 – сталеві коротуни; 17 – бетонний корок з пружинними скобами; 18 – металеві штамповані підставки

Якщо за умовами транспортування великорозмірні каркаси або сітки заготовляють або перевозять частинами, то їх укрупнюють на будівництві до проектних розмірів за допомогою дугового або ванного зварювання. Укрупнювальне збирання здійснюють безпосередньо в проектному положенні (в опалубці) або поодаль від місця установлення на заздалегідь обладнаному майданчику. Укрупнювальне збирання арматурних каркасів перед їхнім підніманням і установленням уможливорює всебічне використання вантажо-підйомності крана та забезпечує більш зручні й безпечні умови для роботи арматурника. Арматурні конструкції montуються переважно з великорозмірних

блоків і уніфікованих сіток заводського виготовлення, забезпечується фіксація захисного шару.

Змонтовану арматуру необхідно надійно закріпити й забезпечити від деформацій і зсувів в процесі проведення робіт з бетонування конструкцій.

Під час монтажу арматури в опалубку і наступного бетонування будь-якої конструкції необхідно дотримуватися вказаної в проекті заданої товщини *захисного шару бетону*, тобто відстані між зовнішніми поверхнями арматури й бетону конструкції. Убезпечений і правильно виконаний захисний шар бетону надійно охороняє арматуру від руйнівного впливу корозії зовнішнього середовища. Товщину захисного шару бетону забезпечують різними способами.

5.5 Приготування та транспортування бетонних сумішей

Бетонна суміш складається з в'язучого, заповнювача та води, віддозованих у необхідній кількості й ретельно перемішаних в бетонозмішувачі. Внаслідок формування, ущільнення й подальшого тверднення бетонної суміші утворюється штучний кам'яний матеріал – бетон. У будівництві застосовують бетони, що відрізняються щільністю, марками (класами), крупністю заповнювачів і, за необхідності, – спеціальними властивостями.

Бетонозмішувальні установки з різним ступенем механізації та автоматизації операцій з приготування бетонної суміші розподіляють на *пересувні* на пневмоколісному шасі з повним компонуванням обладнання на платформі, *збірно-розбірні*, що збираються з інвентарних блоків, і *стаціонарні*.

Будівельні бетонозмішувальні установки застосовують у разі невеликих обсягів бетонувальних робіт, в піонерних умовах, на будівництві лінійних споруд із великою протяжністю, а також для приготування бетонних сумішей зі спеціальними властивостями.

Бетонозмішувальні заводи відпускають споживачам товарні бетонні суміші або напівфабрикати – сухі суміші, які зачиняють водою і перемішують в автобетонозмішувачах під час транспортування до об'єктів.

Порядок операцій з транспортування бетонної суміші і подачі її до місця укладання залежить від дальності перевезення, положення в просторі бетонованої ділянки, властивостей бетонної суміші, наявності тих чи інших транспортних засобів, кліматичних та інших умов.

Такий технологічний процес передбачає прийом бетонної суміші з бункера бетонозмішувальної установки, доставку (переміщення) її різними транспортними засобами до майданчика, подавання суміші до місця укладання або ж перевантаження її на інші транспортні засоби чи пристосування, що доставляють суміш на бетоновану ділянку.

Бажано організувати доставляння суміші так, щоб унеможливити необхідність її перевантаження, що погіршує якість і здорожчує процес транспортування (вартість транспортних операцій становить близько 20 % від загальної вартості використаного бетону).

Бетонну суміш транспортують *порційним (циклічним)*, *безперервним* або *комбінованим способом*.

Порційне транспортування бетонної суміші від центральної бетонозмішувальної установки до будівельного майданчика зазвичай складається з двох етапів. Перший етап – транспортування суміші самоскидами, автобетоновозами або у спеціальних ємностях (контейнерах, цехах, бункерах), що встановлюються на бортові машини, залізничними платформами або самохідними баржами. Другий етап подавання порцій суміші безпосередньо до місця укладання кранами, підйомниками або бетоноукладачами.

Безперервний (трубопровідний або конвеєрний) спосіб транспортування застосовують, коли бетонозмішувальна установка розташована недалеко від об'єкта будівництва з великим обсягом бетонних робіт.

У разі застосування комбінованого способу транспортування бетонну суміш від центральної бетонозмішувальної установки порціями доставляють автобетоновозами або автобетонозмішувачами і подають до місця укладання засобами безперервного (трубопровідного або конвеєрного) транспортування.

Транспортування бетонної суміші по трубах. По трубах-бетоноводах бетонну суміш транспортують за допомогою бетононасосів і пневматичних нагнітачів (рис. 5.6).

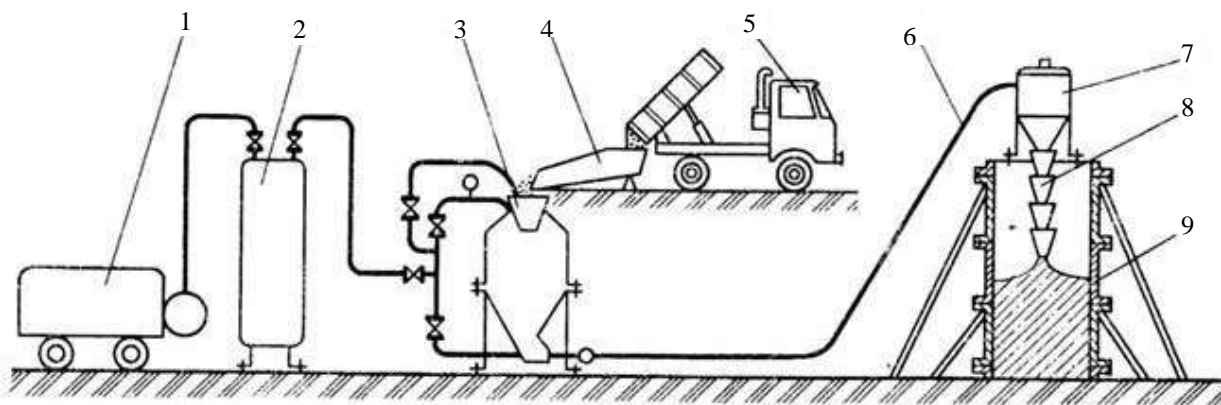


Рисунок 5.6 – Схема бетонування за допомогою пневматичного нагнітача: 1 – компресор; 2 – ресивер; 3 – пневматичний нагнітач; 4 – віброживильник; 5 – автобетоновоз; 6 – бетоновод; 7 – гасник; 8 – хобот; 9 – опалубка

Останнім часом дедалі частіше застосовують бетононасоси з гідроприводом, що забезпечують плавність роботи, регулюючи продуктивність, можливість реверсування і подавання суміші полегшеними бетоноводами, закріпленими на шарнірних стрілах з телекеруванням. Випускаються бетононасоси з масляним або водяним гідроприводом, з примусовим поверненням поршнів у вихідне положення або з їхнім жорстким зв'язуванням.

Найефективніші мобільні бетононасосні установки, змонтовані на спеціальних автомобільних шасі. Їх застосовують під час бетонування багатопверхових будівель, густо армованих конструкцій, у незвичайних умовах тощо. Ці насоси легко переміщувати з об'єкта на об'єкт. Їх постачають тонкостінними високоміцними бетоноводами діаметром 100...125 мм, що в разі високого тиску забезпечує подачу суміші на 300 м по горизонталі або на 60 м по вертикалі. Під час компонування обладнання біля об'єкта необхідно

передбачити можливість установалення чергового автобетонозмішувача на запасній позиції, щоб не допустити зупинок у перекачуванні суміші. До перебіщення за допомогою гідроциліндрів стрілу з бетоноводом приводять в транспортне положення.

У разі розміщення бетонозмішувальної установки біля споруджуваного об'єкта бетононасос встановлюють під роздавальними бункерами або завантажують через вібраційні ґрати з вихідного люка бетонозмішувача безперервної дії. Використовують дво- або триступеневе подавання бетонної суміші декількома насосами, що встановлюються на різних ярусах по висоті або довжині траси.

Застосування стрічкових конвеєрів, бетоноукладачів і мотовізків. Під час доставляння бетонної суміші автобетоновозами їх подають до приймального вібробункера, що забезпечує рівномірне надходження на стрічку конвеєра. Конвеєр що подає перевантажує бетонну суміш на ланковий, звідки вона надходить на вібротлочки або в ланкові хоботи, а потім до місця укладання.

Магістральні стрічкові конвеєри використовують для транспортування бетонної суміші на відстань 1,5...2 км. Їх завантажують з роздавального бункера бетонозмішувальної установки через віброживильники. Естакади для розподільних конвеєрів можуть бути стаціонарними, встановленими на залізобетонні стояки і залишені в тілі бетонованої конструкції, або пересувними. Витрати праці і матеріалів під час влаштування естакад і мостів та на їхнього переміщення є значними, тому фундаменти та інші конструкції, розташовані вище або нижче нульової позначки, бетонують за допомогою бетоноукладачів – самохідних машин (рис. 5.7), які розміщують на платформах, що обертаються, на яких є обладнання для приймання бетонної суміші та подавання її конвеєром до місця укладання.

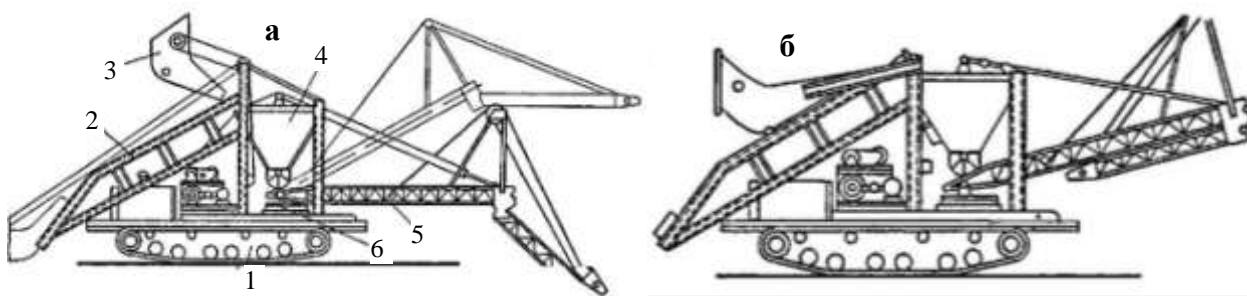


Рисунок 5.7 – Бетоноукладач: а – робоча позиція; б – транспортна позиція; 1 – гусеничне ходове обладнання; 2 – напрямна підйомного ковша; 3 – ківш; 4 – вібробункер; 5 – конвеєр; 6 – поворотна платформа

Бетонну суміш перевозять до ділянок бетонування у мотовізках на гумовому ході. Мотовізок зі змінними скіповими ковшами використовують для заповнення цебер кранів, а лійкові ковші – для подавання бетонної суміші безпосередньо в опалубку.

Використання кранів і підіймачів. Стрілові й баштові крани, встановлені на ребрі, або ті, що рухаються по дну котловану, обслуговують роботи для зведення фундаментів, масивів, конструкцій цокольних поверхів. Вони

використовуються під час будівництва багатоповерхових будівель і багатоярусних споруд. Портальні крани застосовують під час зведення масивних споруд – гребель, шлюзів, пірсів, опор мостів.

Бетонна суміш подається кранами в цебрах – поворотних і неповоротних. Поворотні цебра завантажують з автобетоновоза, за допомогою крана їх переміщують у вертикальне положення й подають до місця укладання суміші (рис. 5.8).

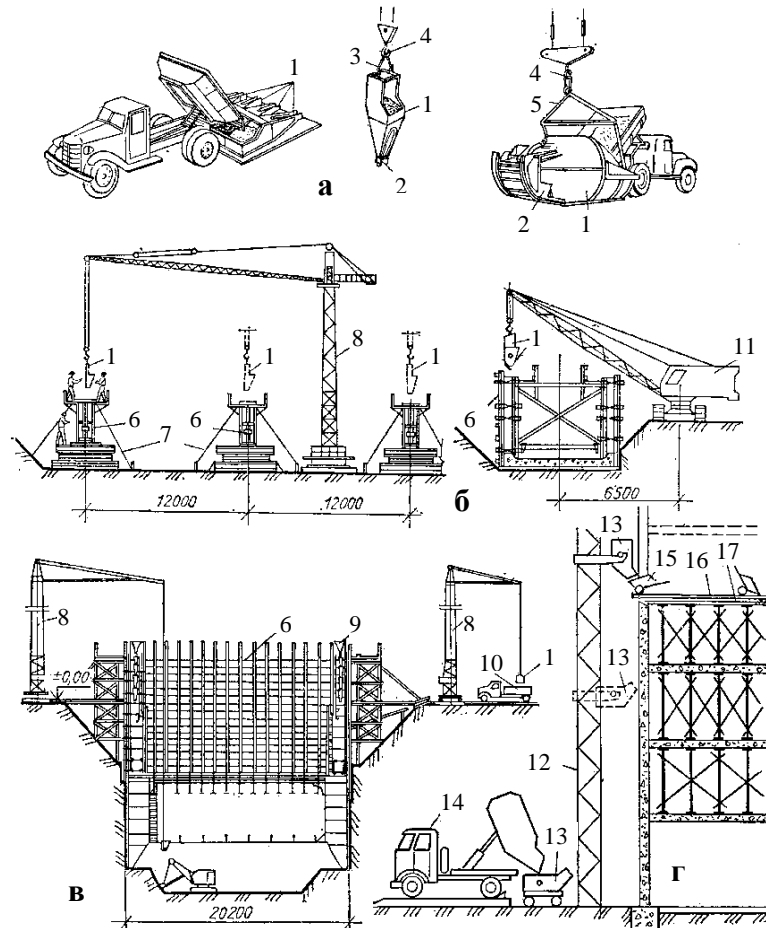


Рисунок 5.8 – Схеми подавання бетонної суміші кранами і підйомниками: а – завантаження цебер; б – бетонування фундаментів у разі розташування крана всередині й на брівці котловану; в – бетонування стінок опускного колодезя; г – використання підйомника для подавання бетонної суміші; 1 – цебер; 2 – затвор; 3, 5 – підвіски; 4 – гак крана; 6 – опалубка; 7 – розпірки; 8 – крани; 9 – воронка ланкового хобота; 10 – автобетоновіз; 11 – гусеничний кран; 12 – підйомник; 13 – роздавальний бункер; 14 – самоскид; 15 – тачка; 16 – качальні ходи; 17 – бетоновані перекриття

Неповоротні цебра можна завантажувати на бетонозмішувальних установках і на майданчику. Конструкція цебер повинна забезпечувати зручне приймання бетонної суміші, повне, безперервне або порційне вивантаження, можливість подавання кранами й герметичність, що унеможливує втрату цементного молока. Застосовують цебра з простими за конструкцією щелепними або секторними затворами.

5.6 Укладання й ущільнення бетонної суміші, механізація робіт

Бетонування – найбільш відповідальний етап зведення бетонної або залізобетонної конструкції. Бетонна суміш, що укладається, повинна набути форми, передбаченої проектом конструкції, яку визначають за площинами й контурами опалубки. Під час бетонування суміш заповнює всі проміжки між стрижнями арматури, утворює захисний шар необхідної товщини й ущільнюються відповідно до заданої щільності й марки бетону.

Затверділий бетон важко піддається виправленню, тому потрібно чітко дотримуватися обумовленої технології бетонування. Бетонування складається з підготувальних і перевірчих операцій, процесу укладання, що включає операції з приймання, розподілення та ущільнення бетонної суміші, а також допоміжні операції, здійснювані у процесі бетонування.

До початку робіт з бетонування, потрібно перевірити й оформити актами приховані роботи, тобто якість і відповідність проекту тих елементів конструкції, які в процесі бетонування будуть закриті – залишаться в тілі бетону. Перевіряється підготовленість до бетонування природних підвалин, виконання гідроізоляційних робіт, правильність установлення арматури й закладних деталей, анкерів, утворювачів каналів тощо.

Безпосередньо перед бетонуванням опалубку очищують струменем води або стисненого повітря від сміття та бруду. Поверхні дерев'яної опалубки змочують. Щілини в дерев'яній опалубці шириною більше ніж 3 мм завширшки зашпаровують, щоб запобігти витіканню цементного молока. Поверхні сталеві та пластикові опалубки вкривають мастилом, наприклад відпрацьованим маслом, а залізобетонну армоцементну або азбестоцементну опалубку-личкування промивають струменем води. Арматуру очищують від бруду та іржі. Одночасно виконують роботи з налагодження механізмів, машин та пристроїв, що використовуються в усіх операціях з бетонування. На робочому місці встановлюють потрібний інвентар, влаштовують огорожі, запобіжні та захисні пристрої. За необхідності обладнують телефонний, світловий або звуковий сигнальний зв'язок між робочими місцями з подавання, приймання та укладання бетонної суміші.

Приймати, розподіляти й ущільнювати бетонну суміш потрібно постійно й послідовно. Технічний персонал будівництва повинен контролювати цей важливий процес. У журналі бетонних робіт під час кожної зміни необхідно записувати дату виконання робіт, їхні обсяги, властивості бетонної суміші, дату виготовлення бетонних контрольних зразків, їхню кількість, температуру зовнішнього повітря й бетонної суміші, тип опалубки й дату зняття опалубки конструкцій.

Під час укладання й розподілу бетонної суміші стежать за станом риштування й опалубки. У разі виявлення зсувів або деформацій опалубки бетонування припиняють і вживають заходи щодо виправлення дефектів.

Одночасно з бетонуванням виконують допоміжні операції з установлення й переміщення транспортних і вантажопідіймальних засобів: вібраційних

жолобів, бункерів, бетоноводів, конвеєрів. У кінці зміни інвентар, механізми й пристосування очищують від напливів бетону, промивають бетоноводи.

Ущільнюють бетонну суміш шляхом *трамбування, штикування й вібрування*.

Трамбування – ручне або пневматичне – застосовують під час укладання жорстких сумішей в бетонні й малоармовані конструкції, якщо не можна застосувати вібратори (негативний вплив вібрації на працююче обладнання).

Для *штикування* (проштовхування шматків щебеню, що зависають між стрижнями арматури) під час укладання й вібрування сумішей з осіданням конуса 4...8 см у густо армованих конструкціях використовують шурування з арматурної сталі. Шурування застосовують для ущільнення пластичних сумішей, що розшаровуються під час вібраційного укладання з осіданням конуса більше ніж на 8 см.

Вібрування – основний спосіб ущільнення бетонних сумішей з осіданням конуса 0...9 см. Сутність процесу полягає в тому, що за допомогою вібраторів, встановлених на поверхні або опущених в шар бетонної суміші що укладається на деяку глибину, розташовані поблизу компоненти суміші залучаються до коливальних горизонтальних і вертикальних рухів, що створюють вібратором з певною, властивою йому частотою й амплітудою коливання. Енергія вібраційних коливань долає силу внутрішнього тертя між частинками суміші. Жорстка й пухка бетонна суміш в зоні дії вібратора стає рухомою і займає найменший об'єм. Вібрування – нетривалий процес. Через 30...100 с (залежно від умов вібрації) припиняється осідання бетонної суміші і на поверхні ущільнюваного бетону з'являються цементне молоко й бульбашки повітря, що свідчить про закінчення дії вібрації. Подальше вібрування може призвести до розшарування суміші внаслідок опускання великих часток.

Віброущільнення позитивно впливає на якість бетону. У разі його використання для приготування жорстких сумішей витрачається на 10...15 % менше цементу, тому зменшується осідання бетону й виділення тепла під час тверднення, що унеможливорює виникнення тріщин. Зменшення вмісту води в бетонній суміші при незмінній витраті цементу збільшує міцність бетону, його водонепроникність, морозостійкість, опір стиранню і швидкість твердіння, покращує зчеплення бетону з арматурою, скорочуються терміни знімання опалубки.

За способом впливу на бетонну суміш що ущільнюється, розрізняють *глибинні, поверхневі й зовнішні* вібратори (див. рис. 5.9), що прикріплюються до опалубки лещатами.

Глибинні вібратори виготовляють з електричним або пневматичним двигуном, вбудованим у наконечник (вібраційна булава з електро-двигуном, винесеним до держака, і з винесеним до держака двигуном і гнучким валом). Частота коливань вібраторів з дебалансним збудником – до 6000 хв., а з планетарним – до 20 000 хв. Більшу частоту вібрацій не застосовують, тому що в разі малої амплітуди коливань знижується ефективність ущільнення.

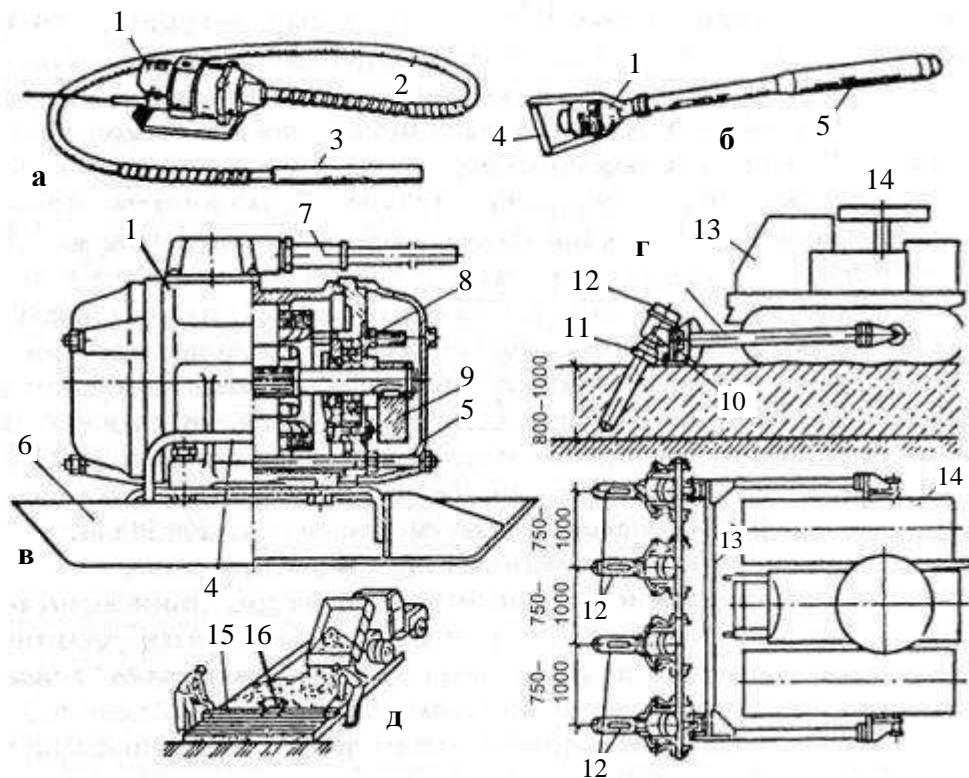


Рисунок 5.9 – Ущільнення бетонної суміші: а – глибокий вібратор із гнучким валом; б – ручний глибокий вібратор із вбудованим електродвигуном; в – поверхневий вібратор; г – малогабаритний трактор із навісними вібраторами; д – вібробрус; 1 – електродвигун; 2 – вал гнучкий; 3 – наконечник вібраційний; 4 – держак; 5 – корпус; 6 – майданчик робочий; 7 – кабель струмопровідний; 8 – шарикопідшипник; 9 – дебаланс; 10 – амортизатор гумовий; 11 – хомут; 12 – вібратори; 13 – рама; 14 – трактор; 15 – вібробрус; 16 – вібратор

Під час укладання бетонної суміші у великі масиви та фундаменти використовують потужні одиничні й пакетні глибокі вібратори, що підвішуються на гаку крана. Продуктивність глибоких вібраторів визначається за обсягом ущільненого бетону з однією зупинкою і тривалістю вібрування цього обсягу, включаючи час переставлення з одного місця на інше.

Як *поверхневі вібратори* застосовують майданчикові вібратори, облаштовані робочим пристроєм у вигляді гладкої плити або піддону, до якого через амортизатори прикріплений вібратор і два держак. Радіус дії майданчикових вібраторів не перевищує 25 см. Тривалість вібрування однієї позиції – 20...60 с.

Вібраційний брус має робочий пристрій, на якому встановлені один або кілька вібраторів, що працюють синхронно. Вібраційний брус переміщується за напрямними, що укладаються по обидва боки бетонованої смуги. Потужні підвісні вібратори мають ґратчасті майданчики з основою до 1800x1800 мм.

За допомогою *зовнішніх (тискних) вібраторів* бетонну суміш ущільнюють в густоармованих конструкціях. З цією метою застосовують електромеханічний вібратор з радіусом дії до 80 см, який кріплять зовні до опалубки двома гвинтовими затискачами. Коливання через опалубку передається на бетонну суміш. Останнім часом стали застосовуватися площинні віброущільнювачі, що становляють собою жорстку плиту з двома збудниками. Радіус їхньої дії – до 1,5 м.

Масивні бетонні малоармовані конструкції – мостові опори, підпірні стіни, товсті фундаментні плити, фундаменти під обладнання – виготовляють з жорстких сумішей. В проекті виконання робіт вказують розбиття масиву на блоки бетонування, розміри яких встановлюють так, щоб максимально знизити шкідливий вплив температурних деформацій, що спричиняє підвищення температури бетону під час його тверднення. Замкнутий блок бетонують після усадки та охолодження блоків.

Суміш укладають і ущільнюють за допомогою глибинних вібраторів за горизонтальними шарами однакової товщини без зупинок і в одному напрямі. Товщину шару бетонування визначають, беручи до уваги те, що проміжок часу залежить від проміжку часу між замішуванням і початком схоплювання цементу, від тривалості транспортування і укладення першої порції бетонної суміші.

За заданої інтенсивності подавання бетонної суміші і характеристики вібраторів встановлюють розміри блока в плані, що зазвичай не перевищує 60 м². Висоту блока обмежують 4,5 м. Верхній шар в проміжних блоках залишають шорстким для кращого зчеплення блоків між собою. Виступний шар у верхньому блоці ущільнюють і загладжують поверхневими вібраторами.

Перерв під час укладання суміші в блоки фундаментів під обладнання, що сприймає динамічні навантаження, допускати не можна. Бетонну суміш, що подається безперервно, розрівнюють і ущільнюють вібраторами послідовно, відповідно подавання зі швидкістю, яка забезпечує рівномірне ущільнення всього шару. Вібратор занурюють у шар бетону так щоб робоче наконеччя заходило в бетон, що не почав схоплюватися, на глибину 5...10 см.

Колони без перехресних хомутиків бетонують ділянками завдовжки 5 м. Бетонну суміш подають зверху із цебра через лійку й ущільнюють глибинними вібраторами. Під час бетонування високих колон роблять розбивку на яруси бетонування. Останній ярус по висоті бетонують після того, як бетон попереднього ярусу набуде міцності 1,5 МПа і буде влаштован робочий шов. Рамні конструкції необхідно бетонувати без перерв. Якщо це зробити неможливо стояки рами бетонують на висоту до робочого шва.

Стіни, перегородки й діафрагми жорсткості більше ніж 15 см завтовшки бетонують, безперервно подаючи бетонну суміш зверху через лійки й хоботи на висоту 3 м. Бетонують шарами завтовшки 0,5...0,8 довжини робочої частини наконеччя вібратора. Якщо товщина стіни менше ніж 15 см, її бетонують на висоту до 1,5 м. Якщо стіни вищі, для зручності армування й укладання бетонної суміші з одного боку на висоту ярусу встановлюють опалубку, далі монтують арматуру і встановлюють опалубку з другого боку.

Бетонну суміш подають зверху або через кишені й рівномірно її розподіляють. Стінки резервуарів рекомендують бетонувати по висоті й периметру без перерв. Бетон у стінках і днищі стикають у місцях, передбачених у проекті. Підпірні стіни можна забетонувати, подаючи суміш з автобетоновоза.

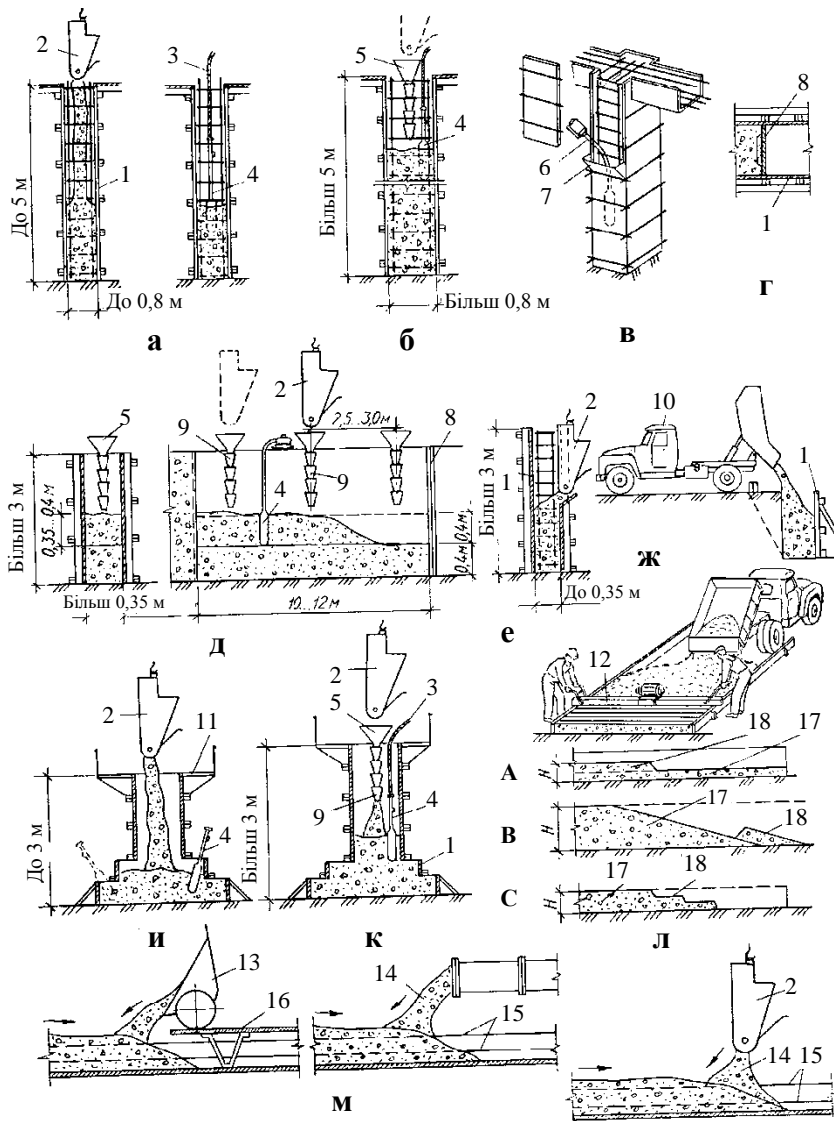


Рисунок 5.10 – Схеми бетонування: а – колони до 5 м заввишки; б – колони більше 5 м заввишки; в – колони в разі густої арматури балок; г – установлення щита розподільної опалубки; д – товстої стіни; е – густоармованої тонкої стіни; ж – підпірної стіни; и – східчастого фундаменту до 3 м заввишки; к – те саме, більше 3 м заввишки; л – плити по грунту (А – горизонтальними шарами; В – похилими шарами; С – ступенями); м – плити для підготовки; 1 – опалубка; 2 – цебер; 3 – мотузка; 4 – глибинний вібратор; 5 – лійка хобота; 6 – вібратор з гнучким валом; 7 – кишень; 8 – розподільний щит; 9 – хобот; 10 – автобетоновоз; 11 – підмостки; 12 – вібробрус; 13 – тачка; 14 – бетонна суміш; 15 – арматура; 16 – качальний хід; 17 – покладений шар бетону; 18 – укладення шару бетонної суміші

Східчасті фундаменти під колони (див. рис. 5.10) бетонують в кілька етапів. Спочатку бетонують подушки підвалин; далі встановлюють арматурний каркас, блок опалубки й укладають суміш у нижні щаблі фундаменту; після цього бетонують підколонник до утворювача гнізда стакана або низу анкерних болтів (для металевої колони); встановивши утворювачі гнізда або анкерні болти, бетонують верх фундаменту. Бетонну суміш укладають шарами завтовшки 30...35 см і ущільнюють за допомогою глибинних вібраторів з наконечниками, які обирають відповідно до ступеня армування.

Балки й плити перекриттів, монолітно пов'язані з колонами й стінами, бетонують через 2 год після бетонування вертикальних конструкцій, щоб бетон, покладений у них, первісно осів. Балки й прогони менше ніж 800 мм заввишки бетонують шарами по 35...40 см одночасно з плитами.

Бетонну суміш у балках ущільнюють за допомогою глибинних вібраторів з гнучким валом, а в плитах – вібробрусом і поверхневими вібраторами. Товщина шарів бетонної суміші під час укладання її в плити з подвійним армуванням має бути більше ніж 120 мм, а в плити з одиничним армуванням або бетонні – 250 мм. Плити перекриття бетонують за другорядними або головними балками, подаючи суміш у напрямку раніше укладеного бетону.

Склепіння з великою протяжністю ділять на обмежені по довжині ділянки бетонування, робочий шов яких розташовуються перпендикулярно до утворювального склепіння. Бетон укладають у огорожені ділянки, рухаючись симетрично від п'ят до замка, щоб зберегти форми опалубки.

Масивні арки й склепіння з прогоном більше ніж 15 м бетонують смугами, паралельними до повздовжньої осі склепіння й розташованими симетрично щодо його щелиги. У проміжки, що залишилися між смугами через 5...7 днів укладають жорстку бетонну суміш й ущільнюють її за допомогою глибинних вібраторів. Останнім бетонують клин-замок, розташований у центрі склепіння.

Підстелений під підлогу й плитні конструкції бетонний шар укладають смугами завширшки 3...4 м через одну, ущільнюючи суміш віброрейками або бетоноукладальними машинами.

Лекція 6. КОМПЛЕКСНА МЕХАНІЗАЦІЯ СПЕЦІАЛЬНИХ МЕТОДІВ БЕТОНУВАННЯ

6.1 Вакуумування бетону, механізація робіт

Вакуумуванням називають видалення зі свіжепо-кладеної бетонної суміші вільної води за допомогою розрідженого повітря. Вакуумний бетон значно швидше набуває міцності, характеризується більшою водонепроникністю, менше піддається тріщиноутворенню й стиранню.

Бетон буде якісним, якщо маса води буде становити близько 20 % від маси цементу, але для більш зручного укладання співвідношення води й цементу зазвичай коливається в межах 0,35...0,55, іноді – 0,8. Надлишкова вода уповільнює процес зчеплення й унеможливорює повне ущільнення бетону. Зайва вода, випаровуючись з бетону, сприяє утворенню тріщин, знижує його міцність, ізоляційні властивості тощо. Вібрування сприяє переміщенню частини зайвої води на поверхню бетону, вакуумування – більш повному відсмоктуванню зайвої води. Метод вакуумування передбачає ущільнення бетонної суміші з одночасним видаленням надлишкової води й зайвого повітря, наявних у порожнинах бетону, внаслідок створення в порожнині бетону розрідження, скерованого до поверхні вакууму.

Вакуумування є технологічним методом, що уможливорює видалення з укладеної бетонної суміші близько 10...25 % води, що потрапляє під час змішування, з одночасним або додатковим ущільненням. Вакуумування зазвичай застосовують під час бетонування підлог, перекриттів, склепінь-оболонки та інших конструкцій з великою горизонтальною поверхнею. Вакуумування бетону не тільки сприяє зменшенню співвідношення води й цементу, але й підвищує його щільність і міцність. Бетон ущільнюється настільки, що навіть якщо він свіжоукладений по ньому можна ходити.

Залежно від типу конструкції вакуумування проводять або зверху, або зі сторони бічних поверхонь конструкції що зводиться. Горизонтальні й просторові конструкції, наприклад міжповерхові перекриття, склепіння-оболонки, підлоги, вакуумують зверху, застосовуючи переносні жорсткі вакуум-щити або вакуум-мати, а стіни, колони та інші висотні конструкції – зі сторони бічних поверхонь, використовуючи для цього вакуум-опалубку.

На рівну поверхню свіжеукладеного бетону укладають вакуум-щит. Вакуум-щит становить собою короб (зазвичай з розмірами в плані 100x125 см) з герметизувальним замком по контуру. Герметична коробка верхнього покриття щита виготовлена зі сталі, водостійкої фанери або склопластику. Знизу щит обладнаний вакуум-порожниною, що безпосередньо прилягає до бетону. Нижня поверхня щита, що прилягає до бетону, – фільтрувальна тканина (бязь, полотно), далі розміщується густа й рідка металеві сітки (друга – силова) й покришка з водостійкої фанери. Зігнуті дроти сітки в перерізі утворюють сполучені між собою дрібні (тонкі) повітряні канали, які утворюють тонкий повітряний прошарок – вакуум-порожнину. Дві металеві сітки між покришкою і тканиною, що фільтрує утворюють порожнину завтовшки близько 4 мм,

обрамлена фанерними планками. Всередині покритишки є отвір з пробковим краном і гумовий шланг, що розміщується в напрямку вакуум-насоса.

По периметру вакуум-щит облаштовується гумовим фартухом для герметизації, який не тільки облямовує його, але й перешкоджає підсосу повітря ззовні в порожнину, що утворюється під час укладання щита на поверхню свіжеукладеної бетонної суміші. У разі ввімкнення вакуум-насоса всередині щита утворюється вакуум, до нього спрямовується вода й повітря з бетонної суміші. Фільтрувальна тканина затримує частинки піску та цементу, але пропускає воду й повітря (рис. 6.1).

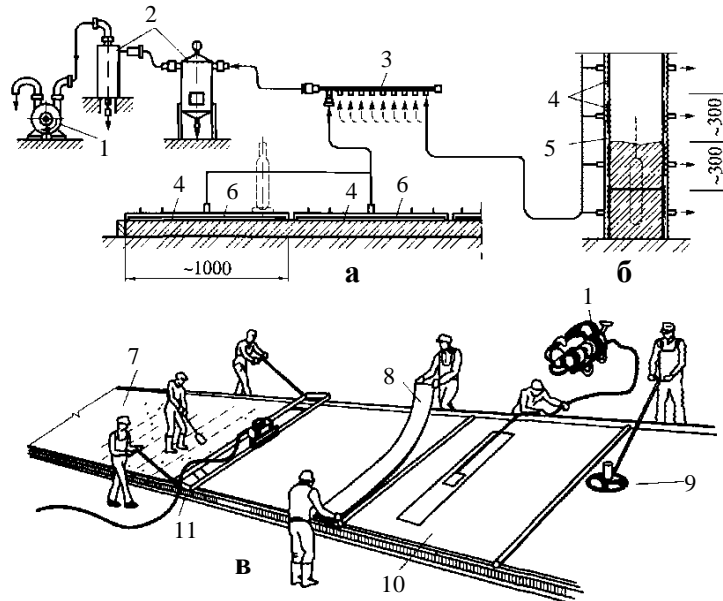


Рисунок 6.1 – Схеми вакуумування горизонтальних і вертикальних бетонних поверхонь з використанням вакуум-приладів: а – щитів; б – опалубки; в – матів; 1 – вакуум-насос; 2 – водозбірники; 3 – колектор; 4 – вакуум-порожнини; 5 – вакуум-опалубка; 6 – вакуум-щити; 7 – бетонна суміш; 8 – фільтрувальне полотно; 9 – затиральна машина; 10 – вакуум-мат; 11 – віброрейка

Вакуум-мат складається з двох самостійних елементів – нижнього й верхнього. Нижній елемент, що укладається на бетон, – фільтрувальна тканина, прошита розподільною сіткою з лавсану. Верхній елемент використовується для герметизації. Його виготовляють зі щільної газонепроникної синтетичної тканини й укладають поверх фільтру. На повздовжній осі верхнього елемента розташований перфорований шланг, через який за допомогою штуцера здійснюється всмоктування до джерела вакууму.

Вакуум-опалубку виготовляють із звичайної збірно-розбірної опалубки. Опалубні щити з боку палуби обладнують по висоті горизонтальними, ізольованими один від одного вакуум-порожнинами, які в процесі укладання бетону під'єднують до джерела вакууму. Вакуум-опалубку можна також збирати з вакуум-щитів, забезпечуючи незмінюваність їхнього положення за допомогою елементів жорсткості й кріпильних деталей. Вакуумування сприяє прискоренню знімання опалубки, підвищенню кінцевої міцності бетону на 20...25 %,

підвищенню морозостійкості, водонепроникності, зменшенню потреб щодо цементу на 12...20 %, процес знімання опалубки прискорюється в 1,5...2 рази.

Вакуум-установка з вакуум-насосом і сорока щитами за робочу зміну обробляє до 2000 м² поверхні. Вакуумування починають не пізніше ніж через 15 хв після закінчення бетонування; після закінчення вакуумування і вібро-ущільнення бетону одразу обробляють поверхню машинами, що затирають.

Вакуумування бажано проводити на режимах більш високого розрядження. Час вакуумування залежить від ступеня розрядження, товщини конструкції, що вакуумується, витрат цементу, рухливості бетонної суміші, температури навколишнього середовища тощо.

6.2 Торкретування бетону, механізація робіт

Торкретування – технологічний процес нанесення під тиском на бетонну чи іншу поверхню стисненого повітря тонких шарів цементно-піщаного розчину або дрібнозернистого бетону за допомогою спеціальної установки – цемент-гармати для цементного розчину, бетон-шприц-машини – для бетонної суміші. Суху суміш піску, цементу й крупного заповнювача під дією струменя повітря змішують з водою і наносять на поверхню оброблюваної конструкції. Такий розчин називають торкретом, а бетонну суміш, що наносять за допомогою бетон-шприц-машини, – набризку-ванням бетону або «шприц-бетоном». До складу торкрету входять цемент і пісок, до складу набризк-бетону, крім цементу й піску, – заповнювач (до 30 мм). Розчини або бетонні суміші виготовляють на портландцементях, марка яких не нижче М400. Завдяки великій кінетичній енергії, що розвивається частинками суміші, нанесений на поверхню розчин (бетон) набуває більшої міцності, водонепроникності, морозостійкості, зчеплюваності з поверхнями нанесення.

Процес нанесення шару торкрету (набризк-бетону) передбачає дві стадії: на першій стадії на поверхні нанесення відбувається відкладення пластичного шару – розчину з найдрібнішими фракціями заповнювача. Товщина шару цементного молока й тонких фракцій, здатного поглинути енергію удару великих часток заповнювача і утримати великі частки, становить 5...10 мм. На другій стадії в шар розчину частково потрапляють зерена більшого заповнювача, і а отже утворюється шар торкрету, або набризк-бетону.

Торкретування зазвичай супроводжується втратою деякої кількості матеріалу, від поверхні відскакує нанесення (так званий відскік). Величина відскоку частинок залежить від умов проведення робіт, складу суміші, розміру великих часток заповнювача й кінетичної енергії частинок під час удару. Спочатку наноситься шар до 2 мм завтовшки, що складається здебільшого з цементного тісту. За збільшенням товщини шару, що наноситься, більші частинки заповнювача затримуються в ньому, і встановлюється постійний відсоток відскоку. Кількісно величина відскоку під час торкретування вертикальних поверхонь становить 10...20 %, а під час торкретування стельових поверхонь – 20...30 %. Зменшення обсягу відскоку досягається за допомогою

використання оптимальних швидкостей виходу суміші із сопла і відстані від сопла до поверхні нанесення торкрету або набризк-бетону (рис. 6.2).

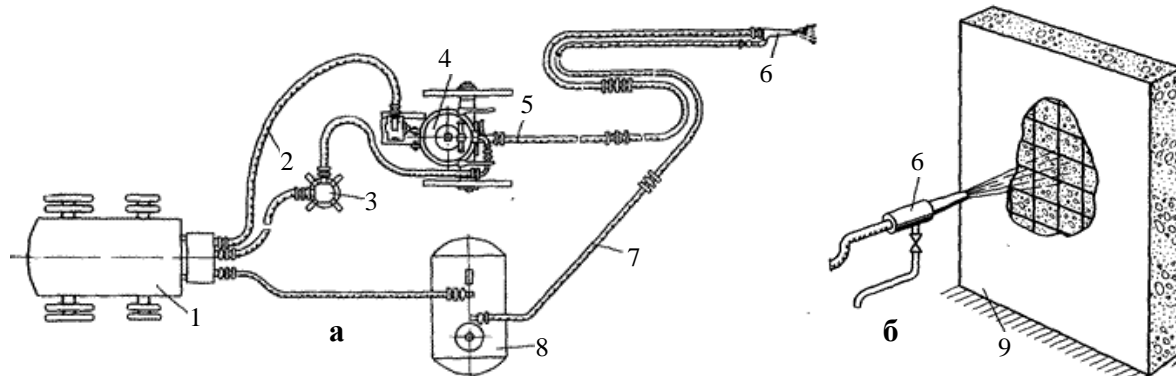


Рисунок 6.2 – Схема торкретування бетону: а – схема установки; б – виправлення дефекту конструкції методом торкретування; 1 – пересувний компресор; 2 – рукав для подачі повітря; 3 – очищувач повітря; 4 – машина для набризку; 5 – рукав для подавання матеріалів; 6 – насадка; 7 – рукав для води; 8 – бак для води; 9 – дефектна конструкція

Останнім часом найчастіше використовують два різновиди нанесення на поверхні під тиском робочих складів – *сухий і мокрий*.

При сухому способі вихідна суха суміш у зваженому стані подається в насадку (сопло), де вона перемішується з водою, що бере участь у замішуванні, тобто *торкретуванню*. У соплі відбувається перемішування суміші, далі під тиском стисненого повітря вона подається на бетоновані поверхні.

При мокрому способі в сопло під тиском стисненого повітря надходить готова бетонна суміш або розчин. Суміш переходить у соплі в зважений стан і під тиском наноситься на бетоновані поверхні. Суміш, що наноситься, називається пневматичним бетоном, відповідно до назв робочих пристроїв – пневмоустановка і пневмонагнітач.

Сухий спосіб застосовують для нанесення торкрету, а мокрий – для торкрету і набризк-бетону. Кожен спосіб передбачає використання відповідних технічних засобів, виконувані операції мають свої особливості. Основними технічними засобами для торкретування сухими сумішами є цемент-гармата і бетон-шприц-машина. Установка містить агрегат для нанесення суміші, компресор, сопло, шланги для подавання до сопла сухої суміші, повітря й води. За необхідності вона обладнується засобами для очищення повітря – ємністю для води, циліндровим резервуаром для сухої суміші. Принципи роботи агрегатів однакові.

Суха суміш завантажується в циліндричний резервуар і через конічний затвор потрапляє в нижню частину резервуара, звідки під тиском повітря від компресора подається гнучким шлангом у сопло цемент-гармати, до якого також під тиском стисненого повітря іншим шлангом подається вода. У соплі цемент-гармати вода змочує суміш цементу й піску, а в бетон-шприц-машині – великого заповнювача. Процес змішування завершується біля вихідного отвору сопла. Мокра суміш, що викидається із сопла зі швидкістю 100...140 м/с,

наноситься на оброблювану поверхню, утворюючи на ній шар або накидь розчину (рис. 6.3).

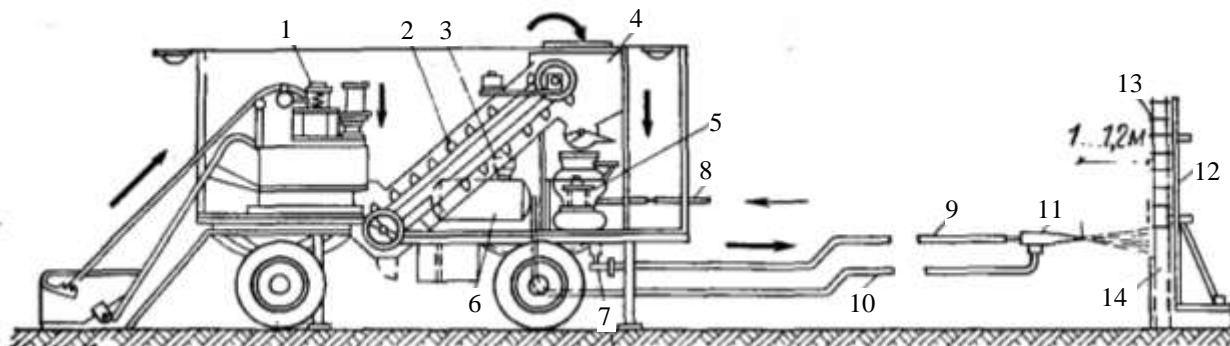


Рисунок 6.3 – Установка для набрызк-бетону: 1 – змішувач; 2 – нахильний елеватор; 3, 6 – бак для води; 4 – витратний бункер; 5 – набрызк-машина; 7 – вихідний штуцер; 8 – рукав для подавання повітря від компресора; 9 – рукав для подавання матеріалів; 10 – рукав для води; 11 – насадка; 12 – опалубка; 13 – арматура; 14 – набрызк-бетон

Розчин або бетонна суміш наноситься на поверхню шарами за 2...3 рази, якщо товщина кожного шару – до 25 мм. Для бетонної суміші першого шару, що наноситься, максимальний розмір фракції великого заповнювача не повинен перевищувати 10 мм. Наступні шари наносяться після зчеплення попереднього. Загальна товщина намету становить 50...75 мм. Застосовують розчин у пропорції від 1:2 до 1:4,5. Якщо у проекті це передбачено, то таким способом можна наносити на поверхню й гідроізоляцію з водонепроникного цементного розчину шаром завтовшки 5...10 мм. Зазвичай відстань від цемент-гармати до оброблюваної поверхні – 0,7...1,0 м, для бетон-шприц-машини – 1,0...1,2 м. Для кращого зчеплення зі складом, що наносять, поверхню попередньо очищують за допомогою сухого повітря або піску під тиском з цемент-гармати, потім поверхню насікають.

Під час торкретування застосовують пісок і дрібний щебінь із крупністю до 8 мм, а для набрызк-бетону – щебінь крупністю до 25 мм. Під час торкретування застосовується цемент тільки вищих марок. У роботі допускається перерва 1...2 год, шви бетонування влаштовують врозбіг, затирання проводять до початку зчеплення цементу. Укриття та поливання виконують як і для звичайного бетону, влаштовують також паронепроникні плівкові покриття.

Основними технічними засобами при мокрому способі торкретування є нагнітачі (пневматичні установки й насоси). При мокрому способі торкретування застосовують переважно розчинні суміші на дрібних пісках з додаванням кам'яного дріб'язку фракції 3...10 мм у співвідношенні до 50 % від загальної маси заповнювача.

Торкретування бетону як технологічний процес не може конкурувати з традиційною технологією бетонувальних робіт. Цей процес досить дорогий, трудомісткий і малопродуктивний. Застосовують його в тому разі, коли неможливо застосувати традиційні методи бетонування, зокрема елементів у декілька сантиметрів завтовшки (особливо в разі використання пневматичних

опалубок), коли потрібно отримати матеріал з особливими властивостями, для нанесення тунельного оброблення, під час влаштування захисних шарів на поверхні попередньо напружених резервуарів, для ремонту й підсилення залізобетонних конструкцій, замонолічування стиків тощо.

Торкретують резервуари, склепіння-оболонки, тонкостінні конструкції з підвищеною міцністю й водонепроникністю. Його успішно застосовують під час виправлення дефектів бетонування, для підвищення водонепроникності наявних конструкцій і споруд, під час бетонування тонкостінних армоцементних конструкцій по арматурному каркасу.

6.3 Укладання бетонної суміші під водою

Під час будівництва опор мостів та інших споруд, розташованих під водою, застосовують підводне бетонування (укладання бетонної суміші під водою без улаштування водовідливу), що виконується одним з двох способів – за допомогою вертикально переміщуваної труби і висхідного розчину. Однаково для обох способів по периметру конструкції, що бетонується, влаштовується шпунтова огорожа, внаслідок чого обмежується підтік води до місця виробництва робіт, а споруда, яку зводять, убезпечується від вимивання цементу й піску. Використовують такі методи: укладання бетонної суміші бункерами й утрамбовування бетонної суміші.

Метод вертикально переміщуваної труби (ВПТ) застосовують під час бетонування конструкцій на глибині 1,5...50 м, захищених від потрапляння проточної води, якщо потрібно досягти міцності й монолітності підводної споруди (див. рис. 7.29, а). Як огорожу використовують шпунтові стінки, спеціально виготовлену опалубку у вигляді просторових блоків (ящиків) з дерева, залізобетону, металу або конструкцій (плити-оболонки, опускні колодязі тощо). Огороджувальна конструкція повинна бути непроникною для цементного розчину. Над огорожею влаштовують робочий майданчик, на якому встановлюють траверсу.

До траверси підвішують сталевий бетоновод, що збирається з окремих безшовних труб завдовжки 1...1,2 м і з діаметром 200...300 мм на легкокороз'ємних водонепроникних з'єднаннях. Трубу опускають до низу споруди. У верхній частині бетоноводу, що знаходиться над поверхнею води, влаштовують лійку із затвором або бункер для приймання бетонної суміші.

Бетонолитна труба, підвішена до траверси, може підніматися і опускатися за допомогою лебідки. У горловину труби вставляють пиж з мішковини, який убезпечує першу порцію бетонної суміші, що занурюється в трубу, від розмивання водою. Після заповнення лійки затвор відкривають, і бетонна суміш разом із пижем опускається вниз. Після того, як бетонна суміш заповнить усю бетонолитну трубу і лійку, безперервно подаючи бетонну суміш у лійку, трубу відривають від землі і починають повільно піднімати. Необхідно контролювати, щоб труба була постійно заглиблена в бетонну суміш не менше ніж на 0,8 м, якщо глибина до 10 м і 1,2 м – якщо глибина більша. Не припиняючи подавання

бетонної суміші, трубу піднімають так, щоб нижній її кінець постійно розташовувався не менше ніж на 0,8...1,2 м нижче від поверхні бетону (див. рис. 6.4, а).

Після закінчення піднімання труби на висоту ланки бетонування призупиняють, демонтують верхню ланку труби, переставляють лійку, після чого подавання бетонної суміші відновлюють. Блок бетонують до рівня, що перевищує проектну відмітку на величину, яка дорівнює 2 % від його висоти.

Під час підводного бетонування (зокрема під глиняним розчином) необхідно забезпечити:

- ізоляцію бетонної суміші від води в процесі її транспортування під воду та укладання в бетоновану конструкцію;
- щільність опалубки або іншого прийнятого огороження;
- безперервність бетонування в межах блока бетонування, робочої ділянки, зачепа;
- контроль за станом опалубки (огорожі) в процесі укладання бетонної суміші і всього періоду набуття бетоном міцності;
- захищеність від розмивання й механічних ушкоджень надводної поверхні укладеної бетонної суміші на час зчеплення й тверднення.

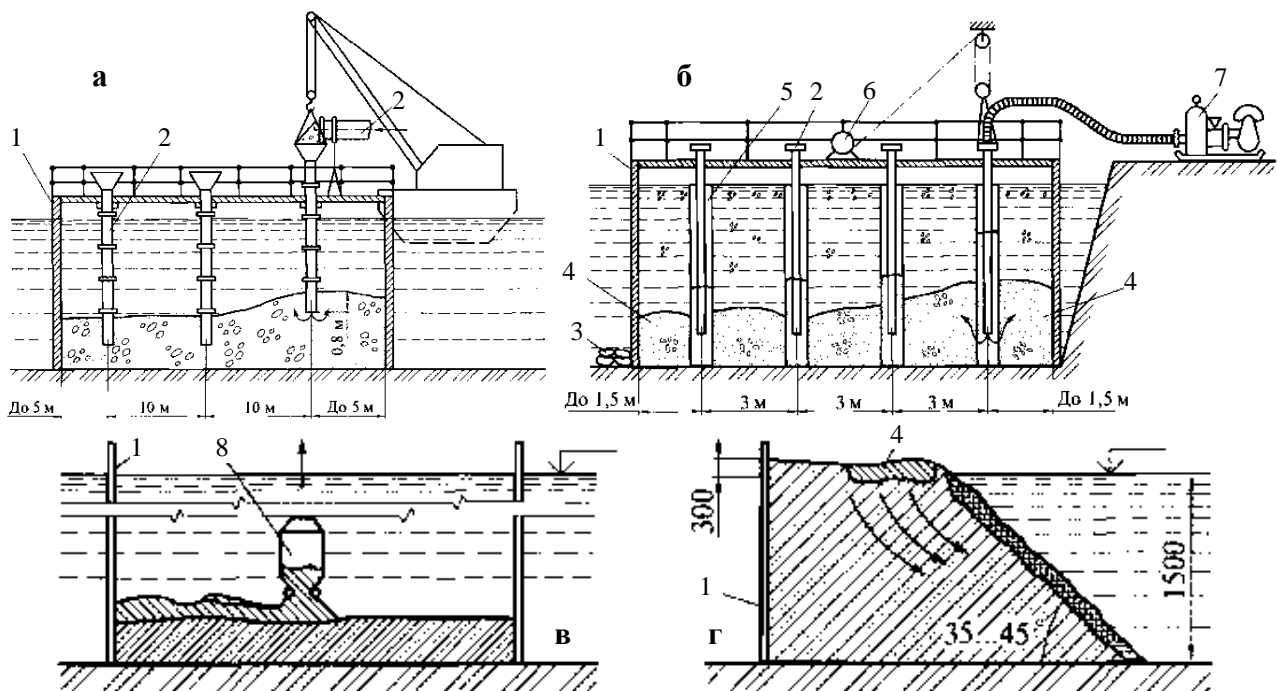


Рисунок 6.4 – Підводне бетонування: а – за допомогою вертикально переміщуваної труби; б – із використанням висхідного розчину; в – за допомогою укладання суміші бункерами; г – шляхом утрамбовування бетонної суміші; 1 – огорожа; 2 – труба; 3 – кам'янисто-щебенева суміш; 4 – розчин (бетонна суміш); 5 – шахта; 6 – лебідка; 7 – розчинонасос; 8 – бункер

Після набуття бетоном міцності 2...2,5 МПа верхній слабкий шар бетону, що постійно взаємодіє з водою, видаляють.

Різновидами *методу висхідного розчину (ВР)* є *безнапірний і напірний способи заливання бетону*. Бетонування методом ВР (див. рис. 6.4, б) із заливанням шляхом накидання з великого каменю цементно-піщаного розчину

застосовують під час укладання бетону під водою на глибині до 20 м, щоб отримати міцність бетону та бутового мурування. Під час бетонування із застосуванням щебеню (клас бетону В25) на глибині до 20 см і від 20 до 50 у разі необхідності укріплення конструкцій заливають щебеновий заповнювач цементним розчином без піску.

У разі застосування *безнапірного способу* в блоці, що бетонується, облаштовують шахти з ґратчастими стінками, всередину шахт вставляють труби діаметром 37...100 мм, зібрані з ланок до 1 м завдовжки з водонепроникними легкороз'ємними з'єднаннями. Порожнину блока заповнюють щебенем, гравієм, кам'яним накидом 150...400 мм завбільшки, зверху через трубу подають цементний розчин у пропорції від 1:1 до 1:2 висоти шахти, необхідний для опускання й підймання труб по всій висоті бетонованого блоку. Розчин розтікається внаслідок тиску його стовпа в шахті. Піднімаючись, цементний розчин повинен вільно розтікатися, заповнюючи всі порожнини кам'яного накиду. Радіус дії кожної труби – 2...3 м. Заглиблювати труби в розчин, що укладається, необхідно на глибину не менше ніж 0,8 м.

Відповідно до підвищення рівня розчину, що укладається, труби піднімають, демонтуючи їхні верхні ланки. Рівень розчину доводять на 100...200 мм вище проектної позначки. Під час цього способу цементу витрачається в два рази більше, ніж у разі застосування способу вертикально переміщеної труби.

Напірне бетонування використовують, якщо заливальні труби встановлюють без шахт безпосередньо в шар крупного заповнювача і через нього нагнітають (ін'єктують) під тиском цементний розчин (тісто). Напір розчину в трубі створюють за допомогою розчинонасоса. Якщо заливають кам'яний заповнювач, радіус дії труб становить не більше ніж 3 м і 2 м якщо щебеновий. Метод ВР застосовують під час укладання бетонної суміші на глибину до 20 м.

В обох випадках труба повинна бути втоплена в розчин не менш ніж на 0,8 м, щоб верхній шар розчину заввишки 10...20 см сполучався з водою. Ту частину, що знаходиться вище проектної позначки, зрізають.

У разі використання методу *укладання бункерами* (див. рис. 6.4, в) бетонну суміш опускають під воду на підвалину (або раніше покладений шар) бетонованого елемента в розкривних ящиках, цебрах або грейферах і розвантажують через відкритий отвір. Закриті зверху бункери мають ущільнення по контуру закривання, яке перешкоджає витіканню цементного тіста і потраплянню води всередину бункера. Бетонну суміш випускають при мінімальному відриві дна бункера від поверхні укладеного бетону, унеможливаючи самовільне скидання бетонної суміші через товщу води. Метод технологічно простий, не вимагає влаштування риштування і допускає укладення бетонної суміші на нерівну основу з великими заглибленнями і узвишшями. Бетонне мурування характеризується шаруватістю. Метод застосовують на глибині до 20 м, і клас бетону – не вище В20.

Утрамбовування бетонної суміші (див. рис. 6.4, г) починають зі створення бетонного острівця в одному з кутів конструкції, що бетонується,

подаючи суміш по трубі або в цебрах із дном. Острівець повинен підніматися над поверхнею води не менше ніж на 30 см. Для утрамбовування застосовують бетонну суміш з рухливістю 5...7 см. Підводний укис острівця, з якого починають утрамбовування, повинен утворювати під водою кут 35...45° відносно горизонталі.

Нові порції бетонної суміші утрамбовують в острівець рівномірно з інтенсивністю, що не порушує процес тверднення укладеного бетону, і не ближче ніж за 20...30 см від окрайки води. За допомогою цього прийому забезпечується захист від змішування з водою нових порцій бетонної суміші. Метод застосовують на глибині до 1,5 м для конструкцій з великими площами, клас бетону – до B25.

6.4 Виконання бетонних робіт у надзвичайних умовах

Відомо, що за температури +5 °С бетонні суміші повільно тверднуть. Вода в бетонній суміші замерзає, і всі реакції гідратації сповільнюються. При температурі нижче ніж 0 °С хімічно незв'язана вода перетворюється на лід і збільшується в об'ємі приблизно на 9 %. Внаслідок цього в бетоні виникають напруги, що руйнують його структуру. Замерзлий бетон характеризується значною міцністю, але це відбувається внаслідок зчеплення замерзлої води. Під час розтавання процес гідратації цементу поновлюється, але через порушення структури бетон не може досягти проектної міцності.

Необхідний температурний режим тверднення бетону створюють шляхом застосування різних прийомів: розігріванням бетону під час його приготування, витримуванням бетону в утеплених опалубках (метод термоса); внесенням у бетон хімічних домішок, що сприяють зниженню температури замерзання; тепловою дією на свіжоукладений бетон опалубок, що зігрівають; внаслідок електродного прогрівання; інфрачервоними джерелами теплової енергії.

Складники бетонних сумішей за низьких температур убезпечують від потрапляння снігу, утворення полою і замерзання. Цемент зберігають у закритих ємностях. На бетонних заводах здійснюють підігрівання складовників і води для замішування. Процес підігрівання відбувається в утепленому приміщенні, що забезпечує вихід бетонної суміші заданої температури.

Для підігрівання піску й щебеню використовують спеціальні реєстри, через які пропускають розігріту до 90 °С воду або пар. Воду підігрівають переважно паром у водонагрівачах, звідки її подають у видаткові баки, встановлені в дозувальному відділенні, а з них – у дозатори.

Для отримання заданої температури бетонну суміш можна готувати в бетонозмішувачах примусової дії з паропідігрівом.

У зимовий період бетонну суміш транспортують в утеплених бетоновозах, спеціальних контейнерах, автосамоскидах з підігрівом кузова вихлипними газами. Кузов накривають брезентом або утепленими щитами, цебра і бункери – дерев'яними утепленими покривками. Унеможлижуються додаткові перевантаження, у разі яких температура суміші інтенсивно падає. Під час транспортування суміші до місця укладання бетоноводами перед

початком бетонування ланки бетоноводу утеплюють і обігрівають парою або гарячою водою. Під час розбирання ланки бетоноводу прочищають шкребками, щітками, пижами: промивати їх водою, щоб уникнути утворення полою, забороняється.

Метод термоса. Заздалегідь нагріту бетонну суміш, що була укладена в зимовий період, зазвичай витримують за допомогою методу термоса, що базується на застосуванні утепленої опалубки із влаштуванням на ній захисного шару. Бетонну суміш, температура якої становить $20\ldots 80\text{ }^{\circ}\text{C}$, укладають в утеплену опалубку, а відкриті поверхні захищають від охолодження. Обігрівати таку сумішню потрібно, оскільки її кількість теплоти під час приготування, достатньо для тверднення й набуття нею критичної міцності.

Спосіб електропрогрівання бетону в конструкціях базується на використанні виділеної теплоти під час проходження через нього електричного струму. Для підведення напруги використовують електроди різні за конструкцією і форми (рис. 6.5). Залежно від розташування електродів прогрівання може бути наскрізним або периферійним. У разі наскрізного прогрівання електроди розташовують по всьому перетину, а за периферійного – по зовнішній поверхні конструкції.

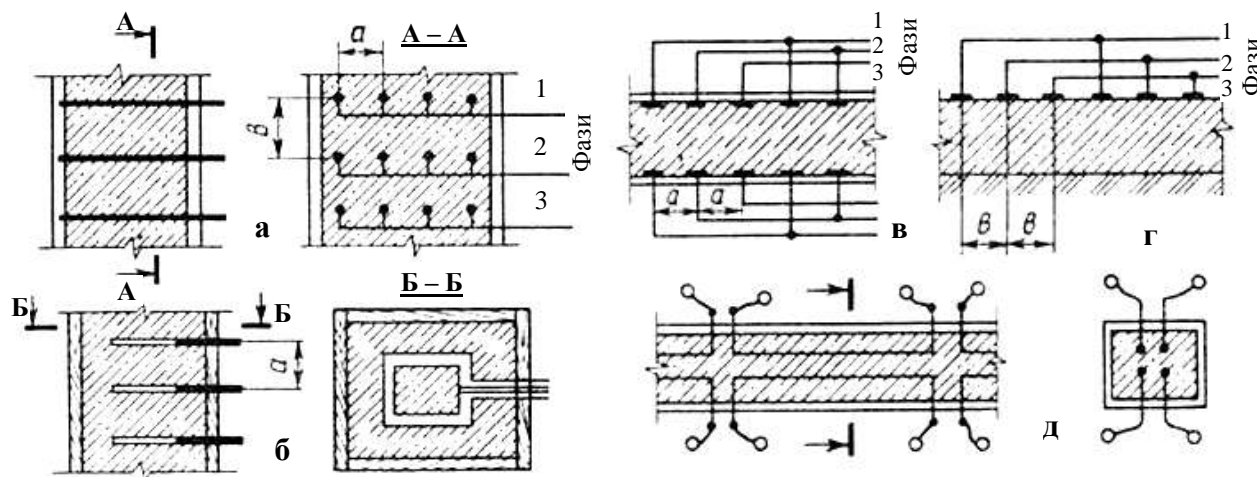


Рисунок 6.5 – Схеми розміщення електродів: а – стрижневі; б – плаваючі рамні; в – нашивні пластинчаті; г – плаваючі пластинчаті; д – струнний

Під час наскрізного прогрівання колон, балок, стін та інших конструкцій, що зводяться в дерев'яній опалубці, застосовують стрижневі електроди, які виготовляють з відрізків арматурної сталі з діаметром до 6мм і з загостреним кінцем. Щоб установити електроди, висвердлюють отвори в одному з щитів опалубки таким чином, щоб електроди не суміщалися з арматурою каркаса. Потім вставляють електрод і ударом молотка фіксують його в протилежному щиті. Відстань між електродами по горизонталі й вертикалі встановлюють за розрахунком.

Якщо армування слабке і контакт з арматурою неможливий, для периферійного прогрівання застосовують плаваючі електроди у вигляді замкнутої петлі. Під час прогрівання плоских конструкцій (наприклад основи підлоги, дорожні покриття, ребристі плити) застосовують пластинчасті електроди.

Як плаваючі електроди застосовують смугову сталь завтовшки 3...5 мм і завширшки 30...50 мм. Електроди повинні контактувати з бетоном і можуть бути дещо втоплені в нього. Між ними і бетоном не повинно бути зазору, тому їх навантажують струмонепровідними матеріалами (дошками, цеглою). Використовують електроди, які не мають дефектів – викривлень і перегинів.

Нашивні електроди, як і плаваючі, є елементами периферійного прогрівання. Їх виготовляють з круглої арматурної сталі або металевих пластин завтовшки 2...3 мм. Електроди нашивають на щити опалубки, а кінці загинають під кутом 90° і виводять назовні. Після установаження опалубки електроди комутують. Під час установаження арматурних каркасів використовують пластмасові прокладки і фіксатори, які забезпечують задану товщину захисного шару й унеможливають контакт з електродами.

Під час виготовлення багатомірних конструкцій (колон, ригелів, балок, паль) використовують струнні електроди. Їх виготовляють з гладкої арматурної сталі діаметром 4...6 мм і розташовують у центральній частині перерізу конструкції. Кінці електродів загинають під кутом 90° і виводять через отвори в опалубці для підключення комутуючих проводів.

Під час периферійного прогрівання масивних конструкцій, а також елементів будівель з малою масою (стін, резервуарів, стрічкових фундаментів) як електроди використовують металеві щити опалубки й арматуру конструкції. У першому разі використовують однофазовий струм: першу фазу під'єднують до щитів опалубки, а нульову – до арматурного каркаса. У другому разі арматурний каркас не під'єднують до мережі, а кожен елемент опалубки приєднують до однієї з трьох фаз. Як ізолятори між щитами опалубки використовують дерев'яні бруси.

Бетонування в термоактивній опалубці. Термоактивною опалубкою називають багатопарові щити, які оснащені нагрівальними елементами та утеплені. Тепло через палубу щита передається в поверхневий шар бетону, а далі поширюється по всій його товщині. Обігрівання бетону таким способом не залежить від температури зовнішнього повітря. Підігрівальну опалубку застосовують під час зведення тонкостінних і середньомасивних конструкцій, а також під час замонолічування стиків і швів при температурі зовнішнього повітря до -40 °С.

Використовують різні конструкції термоактивної опалубки. Головною вимогою щодо них є рівномірність розподілу температури по опалубці щита. Як нагрівальні елементи застосовують трубчастий електричний нагрівач (далі – ТЕН), що зігрівають дроти та кабелі, гнучкі тканинні стрічки, а також нагрівачі, виготовлені з ніхромового дроту, композиційних полімерних матеріалів з графітом (вуглецеві стрічкові нагрівачі) і струмопровідних елементів.

Трубчасті електричні нагрівачі складаються з трубок (сталевих, мідних, латунних) діаметром 9...18 мм, всередині яких знаходиться ніхромової спіраль. Простір між спіраллю й стінками трубки заповнений кристалічним оксидом магнію. Температура розігріву ТЕНів – 300...600 °С, тому вони не повинні контактувати з поверхнею опалубки, що прилягає до бетону, а розташовуватися

від неї на відстані 15...20 мм. Дротяні нагрівальні елементи виготовляють із ніхромового дроту діаметром 0,8...3 мм, який намотують на каркас із ізоляційного матеріалу й ізолюють, використовуючи азбест. Такі нагрівачі менш надійні, оскільки вони легко деформуються під час вантажно-розвантажувальних робіт, з ними потрібно поводитися обережно (рис. 6.6).

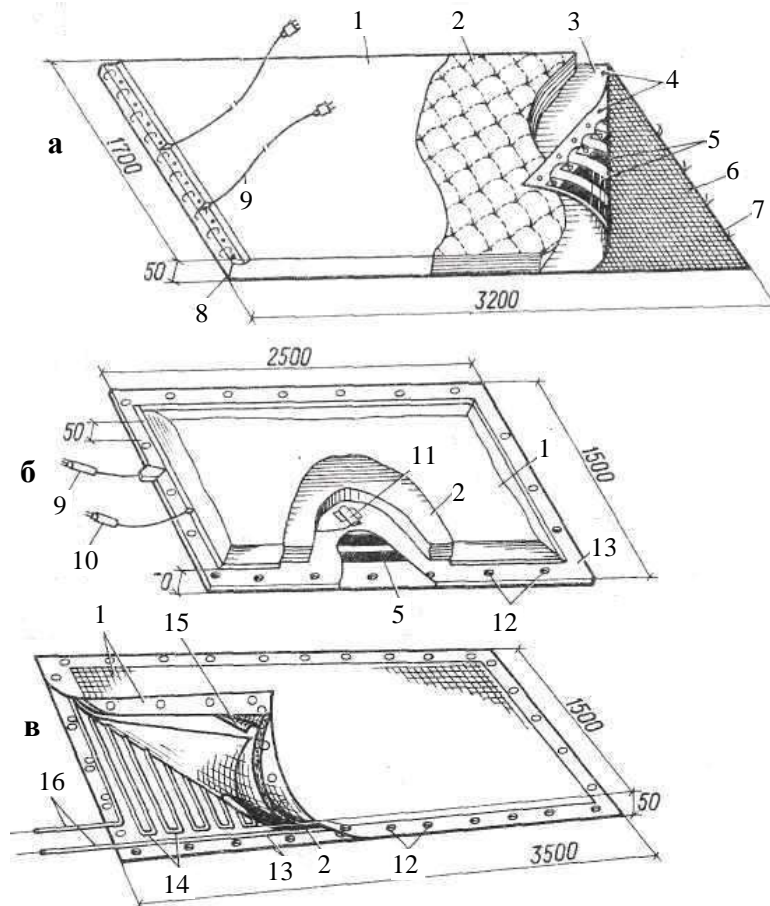


Рисунок 6.6 – Види конструкцій термоактивного гнучкого покриття (ТАГП): а – збірно-розбірна; б – цільноклеєна; в – із зігрівальним дротом; 1 – захисний чохол; 2 – утеплювач; 3 – склополотно; 4, 7, 12 – отвори для кріплення утеплювача й покриття; 5 – вуглецеві стрічкові електронагрівачі; 6 – склотканинна прокладка; 8 – притискні планки; 9, 10 – вилючні роз'єми струмопроводу і датчика; 11 – термоконтактори; 13 – листовая гума; 14 – нагрівальний дріт; 15 – алюмінієва фольга; 16 – комутаційні виводи

Розміщують нагрівачі на щиті опалубки відповідно до режимів обігрівання та потужності: зігрівальні дроти та кабелі встановлюють упритул до опалубки, ТЕНи – на невеликій відстані від неї. Перед установленням термоактивної щитової опалубки перевіряють цілісність ізоляції та електричної розводки. Опалубку встановлюють у блок бетонування як окремими щитами вручну або як укрупнені панелі за допомогою кранів. Після кріплення щита й панелі під'єднують до електричної мережі. Пристрої для живлення термоактивної опалубки та управління режимом прогрівання бетону складаються з понижувального трансформатора, системи розводки, щита управління і приміщення для чергового оператора. Установка забезпечує живлення 100...150 м² опалубки.

Перед бетонуванням прогрівають арматуру і раніше укладений бетон: на нетривалий час вмикають термоактивну опалубку, попередньо уклавши зверху блок бетонування брезентом або поліетиленовою плівкою. Мінімальна температура бетонувальної суміші, що укладається, – 5 °С. Укладають її за допомогою звичайних методів. Одночасно стежать за тим, щоб не пошкодити електрокабель і не зволожити утеплювач. Якщо швидкість вітру більш ніж 12 м/с, опалубку вкривають брезентом або полімерною плівкою.

Дотримання технологічного режиму прогрівання дає змогу отримати бетон з необхідними фізико-механічними характеристиками. Контрольованими параметрами прогрівання є швидкість розігрівання бетону, температура на палубі щитів і тривалість обігрівання. Перед початком робіт перевіряють стан і рівень дієвості зігрівального оснащення й автоматичного приладу температурного регулювання. Для дотримання технологічного режиму прогрівання бетону потрібно протягом не менше одного разу вимірювати температуру бетону й температуру зовнішнього повітря.

6.5 Контроль якості виконання робіт

Бетонну суміш, що надходить на будівельний майданчик перевіряють на однорідність, рухливість, відповідність заданій марці тощо. Для контролю міцності фундаментів виготовляють серію зразків: по три зразки-близнюки у вигляді кубів стандартних розмірів – 15х15х15 см на кожні 100 м³ бетону (не менше ніж одна серія на кожен блок). Для масивних конструкцій з об'ємом 50 м³ і більше – одну серію, для бетонування каркасних тонкостінних конструкцій – одну серію на кожні 20 м³ укладеного бетону. Під час проведення робіт у ковзній опалубці застосовують по три серії зразків на кожні 2 м висоти споруди.

Міцність бетону у всіх серіях у середньому не повинна бути менше ніж 90 % від марочної. Якщо бетон не відповідає проектним вимогам, спільно з проектною організацією розробляють заходи щодо виправлення помилок. Щоб перевірити бетон на водонепроникність, відбирають серії зразків з кожних 500 м³ бетону.

Не руйнуючи бетон, контролюють його якість за допомогою механічних та фізичних приладів. Міцність бетону під час стискання оцінюють за розмірами сліду (відбитку), що залишається після удару клюною чи кулькою об поверхню бетону, або за величиною пружного відскоку ударника чи молоточка. Точність випробувань має становити $\pm 15...30\%$.

Ультразвукові прилади допомагають визначати міцність бетону під час стискання (з похибкою $\pm 25\%$) за швидкістю поширення ультразвукових хвиль (швидкості імпульсів) в тілі бетону, а радіометричні прилади (приблизно з такою ж точністю) – за ступенем проникливої радіації. Радіоізотопну апаратуру використовують для визначення щільності бетону в готовій споруді.

Елементи інвентарної опалубки знімають в послідовності та в строки, що визначаються вимогами проекту щодо міцності бетону в конструкції. Не слід зволікати з розпалубленням: це зменшує оборотність елементів опалубки.

Щити опалубки фундаментів, бічні щити опалубки колон, стін, балок, ригелів знімають через 8...72 год. після набуття бетоном міцності, що забезпечує збереження поверхні і окрайок конструкції. Несучі елементи опалубки залізобетонних конструкцій у разі фактичного навантаження більш ніж 70 % від нормативного знімають тільки після набуття бетоном 100 % від проектної міцності.

Якщо навантаження не перевищує 70 % від нормативного опалубку плит із прогоном до 3 м, а також інших несучих конструкцій із прогоном до 6 м, несучі елементи знімають при 70 % міцності бетону, опалубку конструкцій із великими прогонами і конструкцій із напруженою арматурою – при 80 %. У сейсмоактивних районах значення необхідної міцності бетону під час зняття опалубки вказують у проекті.

Підготування опалубки до повторного використання передбачає очищення його від налиплого бетону, витягання цвяхів та ремонт пошкоджених місць (потрібно стежити, щоб теслі під час палублення не забивали більше цвяхів ніж передбачено проектом монтажу). Металеві щити змащують зі зверненого до бетону боку мінеральною олією або іншим мастилом, використовуючи розпилювач або пензлі.

Виконавши розпалублення, поки бетон ще свіжий, потрібно виправити виявлені дефекти. Порожнини й раковини очищують від погано ущільненого бетону, обробляють щітками або піскоструминним апаратом, промивають водою й закладають розчином (1:2). Каверни зашпаровують за допомогою торкретування. Тинькувати бетонні поверхні не рекомендується, оскільки це здорожчує роботи, до того ж тинькування погано тримається на бетоні.

Лекція 7 КОМПЛЕКСНА МЕХАНІЗАЦІЯ МОНТАЖНИХ РОБІТ

7.1 Принципи та методи монтажу будівельних конструкцій

Монтаж – комплексний процес збирання будівель і споруд з укрупнених конструкцій, деталей і вузлів заводського виготовлення. Монтаж є провідним технологічним процесом будівельного виробництва. Роль монтажу як процесу зростає внаслідок розвитку промисловості з виробництва конструкцій, різноманітних і ефективних засобів механізації, сучасних досягнень в галузі технології та організації будівельного виробництва, використання потокових методів.

Вантажопідйомність перших баштових кранів становила 3 т, зараз вантажопідйомність сучасних мобільних кранів для житлового будівництва становить 8...10 т. Висота зведених будинків не лімітується, але зазвичай не перевищує 40 поверхів. У промисловому будівництві використовують крани з вантажопідйомністю до 800...1000 т. Застосовують безкранові методи монтажу, що базуються на використанні домкратів і електромеханічних підйомників. Поширюються засоби дистанційного управління монтажним процесом на базі теле- й радіозв'язку, промислово освоюється роботизація монтажних операцій.

Комплексний технологічний процес монтажу збірних будівельних конструкцій – сукупність процесів і операцій, внаслідок виконання яких отримують каркас, частину будівлі або споруди, повністю зведену споруду. Готову змонтовану продукцію отримують шляхом здійснення *транспортних, підготувальних, основних і допоміжних процесів*.

Транспортні процеси передбачають такі дії: транспортування конструкцій на центральні та приоб'єктні склади; навантаження й розвантаження конструкцій, сортування та укладання їх на складах; подавання конструкцій з місця укрупненого збирання або складів для монтажу, транспортування матеріалів, напівфабрикатів, деталей та пристроїв в зону монтажу.

Підготувальні процеси передбачають перевірку стану конструкцій, укрупнювальне збирання, тимчасове (монтажне) укріплення конструкцій, підготування до монтажу та облаштування, подачу конструкцій у вигляді монтажної одиниці безпосередньо до місця установаження.

Допоміжні процеси – це підготовка опорних поверхонь фундаментів, вивірення конструкцій, влаштування риштувань, перехідних майданчиків, сходів та огорож, виконуваних під час установаження конструкцій.

Основні або монтажні процеси – це установаження конструкцій в проектне положення. Монтажними процесами є такі: підготовка місць установаження збірних конструкцій, стропування й піднімання з необхідним переміщенням у просторі, орієнтування й установаження з тимчасовим закріпленням, розстропування, остаточне вивірення й закріплення, зняття тимчасових кріплень, закладання стиків і шва.

Монтаж будівельних конструкцій (з погляду його організації) може здійснюватися за двома схемами: монтаж зі складських засобів та монтаж з транспортних засобів.

Під час проведення *монтажу зі складських засобів* усі технологічні операції, розглянуті раніше, виконують безпосередньо на будівельному майданчику (рис. 7.1).

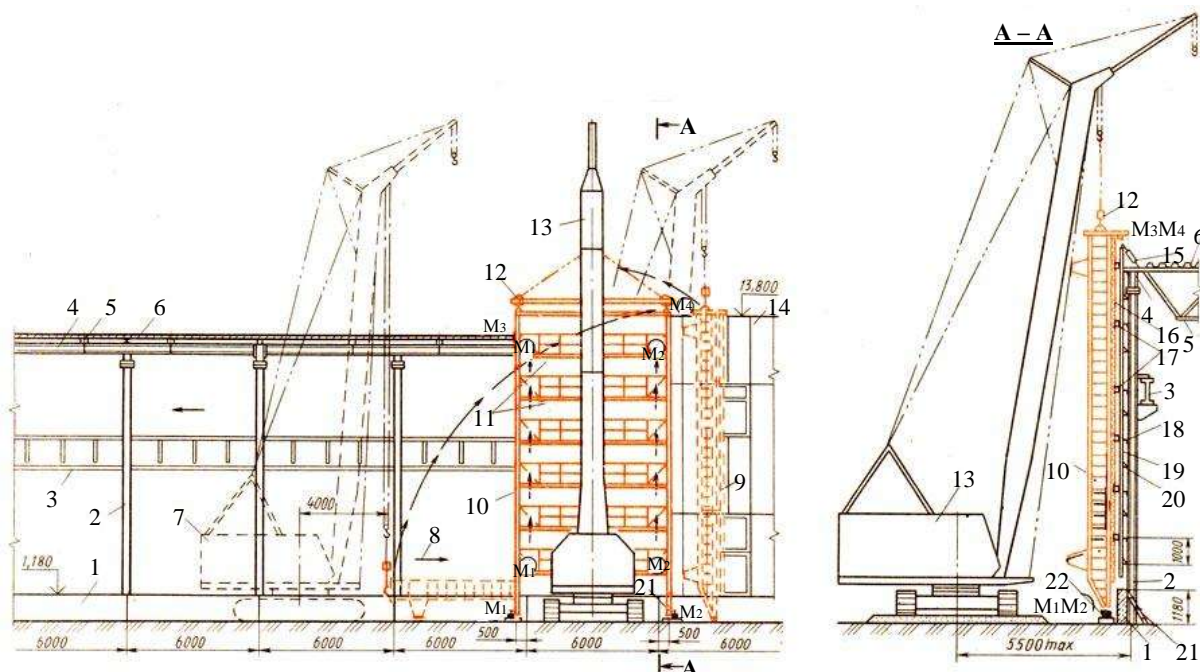


Рисунок 7.1 – Схема монтажу стінових панелей: 1 – цокольні панелі; 2 – колони; 3 – підкранові балки; 4 – підкрокв'яні балки; 5 – крокв'яні ферми; 6 – покриття із профнастилу; 7, 13 – монтажний кран; 8 – напрям руху крана; 9 – збірно-монтажний пристрій під час збирання та піднімання стінових панелей; 10 – те саме під час установлення; 11 – майданчики-риштування; 12 – монтажна траверса; 14 – змонтовані панелі; 15 – гвинтова стяжка; 16 – стінова панель; 17 – ригель; 18 – опорні стіл для кріплення ригелів до колони; 19 – драбина навісна; 20 – східець відкідний; 21 – драбинка; 22 – домкрат; М₁–М₄ – робочі місця монтажників

Монтаж «з коліс» передбачає виконання на будівельному майданчику тільки власне монтажних робіт.

Готові та підготовлені до монтажу конструкції доставляють на будівельний майданчик із заводів-виготовлювачів у чітко встановлений строк. Безпосередньо з транспортних засобів ці конструкції подають до місця їхнього установаження в проектне положення.

Методи монтажу конструкцій. Наявність різноманітних варіантів конструктивного облаштування будівель і споруд передбачає застосування різних методів і прийомів їхнього монтажу. Вибір методу зведення будівлі залежить від її конструктивних і технологічних особливостей, ступеня укрупнення елементів, матеріалу конструкцій, засобів механізації та інших факторів.

Вибір методу монтажу елементів конструкцій залежить від ступеня укрупнення цих елементів, послідовності монтажу збірних елементів, способу установаження конструкції в проектне положення, засобів вивірення й тимчасового кріплення елементів тощо.

Класифікація методів монтажу за ступенем укрупнення елементів. Залежно від ступеня укрупнення конструкцій видокремлюють такі види

монтажу: *дрібноелементний, поелементний, великоблоковий, комплектно-блоковий і монтаж споруд у готовому вигляді.*

Дрібноелементний монтаж з окремих конструктивних елементів характеризується трудомісткістю, неповною завантаженістю монтажних механізмів унаслідок різної маси елементів, які монтуються, значною кількістю піднімань, закладенням багатьох стиків. Потрібно влаштовувати будівельні риштування для фіксації елементів і укрупнювального складання безпосередньо в конструкції. Отже, цей метод – малоефективний і застосовується вкрай рідко.

Поелементний монтаж з окремих конструктивних елементів (колони, ригелі, панелі перекриттів) передбачає мінімум витрат на підготувальні роботи. Він застосовується під час зведення цивільних і промислових будівель, їхнього монтажу з приоб'єктного складу і з транспортних засобів.

Великоблоковий монтаж виконують з геометрично незмінних плоских або просторових блоків, попередньо зібраних з окремих елементів. Масу блоків доводять, по змозі, до максимальної вантажопідйомності монтажних механізмів. Одночасно зменшується кількість монтажних піднімань, зникає необхідність проведення більшості монтажних операцій на висоті. Різновидами плоского блока є рама каркаса багатоповерхової будівлі, блок оболонки покриття; просторових елементів – блоки покриття одноповерхових промислових будівель, що за розмірами становлять комірки, зокрема ферми, в'язи, конструкції покриття.

Комплектно-блоковий монтаж передбачає повну заводську готовність великих блоків (за розміром комірки), зокрема й вже змонтовані комунікації – санітарно-технічні, електротехнічні, вентиляційні. У разі застосування в будівництві метод містить також монтаж блок-кімнат. Споруджений будинок розділяють на великогабаритні, але транспортабельні, конструктивно закінчені, повністю оброблені (забарвлення, оздоблення) і укомплектовані обладнанням монтажні блоки, які доставляють до місця монтажу, де здійснюється збирання будівель. Маса таких монтажних блоків може досягати 100 т.

Монтаж споруд у готовому вигляді передбачає повне зведення споруди на рівні землі з остаточним з'єднанням та закріпленням усіх вузлів і з подальшим установленням споруди в проектне положення. Цей метод застосовують під час монтажу опор ліній електропередач, радіовеж, оболонок, заводських труб.

Способи наведення монтажних елементів на опори. Залежно від способу установлення конструкції в проектне положення розрізняють такі види монтажу:

Вільний монтаж, за якого елемент, що монтуються без обмежень, установлюють в проектне положення за його вільного переміщення. Спосіб потребує постійного контролю положення елемента в просторі під час його установлення, постійного виконання кріпильних та інших операцій, що вивіряються на висоті. Недоліками способу є підвищена складність і трудомісткість робіт.

Обмежено-вільний монтаж характеризується тим, що конструкція встановлюється в напрямні упертя, фіксатори та інші пристосування, що частково обмежують вільне переміщення конструкції, але це призводить до зниження трудовитрат на тимчасове кріплення й вивірення. Спосіб сприяє підвищенню продуктивності кранового устаткування внаслідок зниження часу монтажного циклу.

Примусовий монтаж конструкцій заснований на використанні кондукторів, маніпуляторів, індикаторів та інших засобів, що забезпечують повне або часткове переміщення конструкції під дією власної маси і зовнішніх факторів. Спосіб забезпечує підвищення точності монтажу, уможливорює значне зниження трудовитрат.

Відповідно до загальноприйнятої послідовності встановлення елементів конструкції зводять, застосовуючи такі методи: *диференційований (розподільний)*, *комплексний* і *змішаний (комбінований)*.

Диференційований або розподільний метод (рис. 7.2) передбачає установлення однотипних конструктивних елементів, зокрема і їхнє тимчасове й остаточне закріплення.

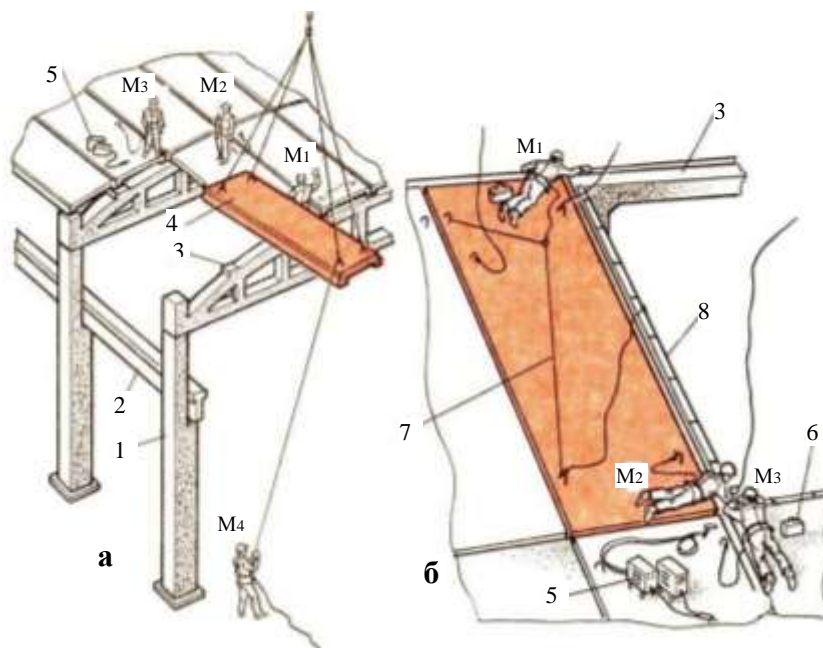


Рисунок 7.2 – Розподільний метод монтажу залізобетонних плит покриття: а – піднімання плити; б – знімання розпірки між фермами; 1 – колона; 2 – підкранова балка; 3 – ферма; 4 – плита покриття; 5 – зварювальний апарат; 6 – скринька із інструментом; 7 – страхувальний канат; 8 – розпірка; М1-М4 – монтажники

Під час зведення одноповерхових промислових будівель спочатку встановлюють всі колони, потім підкранові балки, під час останнього проходження монтажного крана навішують стінні елементи. У багатоповерхових житлових будинках послідовно монтують стінні панелі, перегородки, сантехкабіну та інші елементи. Завершується робота на поверсі укладанням панелей перекриття.

Комплексний метод – це послідовне установлення, тимчасове й остаточне закріплення різних конструктивних елементів, складників каркасу однієї частини будівлі. Встановлення елементів іншої комірки починається після проектного закріплення конструкцій попередньої. Перевагою цієї схеми є можливість раніше розпочати подальші опоряджувальні роботи і установлення технологічного обладнання в частинах із закінченим монтажем. Метод застосовують під час монтажу багатоповерхових каркасних і безкаркасних будинків, одноповерхових промислових будівель з металевим каркасом.

Змішаний або комбінований метод становить собою поєднання роздільного і комплексного методів. Монтаж змішаним методом застосовують для одноповерхових промислових будівель зі збірного залізобетону. Під час першого монтажного потоку встановлюють всі колони, під час другого – почастинно монтують підкранові балки, кроквяні ферми й панелі покриття, під час третього – навішують стінні панелі. Метод ефективний, коли можна забезпечити кожен монтажний потік самостійними монтажними засобами. Монтаж за необхідного зміщення у часі забезпечують за допомогою усіх трьох монтажних процесів, що значно скорочує терміни монтажних робіт.

7.2 Транспортування збірних будівельних конструкцій

На будівельний майданчик конструкції доставляють, використовуючи різні види транспорту, а саме: *наземний* – автомобільний, залізничний, тракторний; *водний* і *повітряний*. Чинниками, що впливають на вибір транспорту для будівництва, є такі: місце розташування; наявні, розміщені поблизу транспортні комунікації; розташування заводів, що забезпечують будівництво збірними конструкціями; тимчасові й погодні умови; маса, габарити конструкцій, дальність їхнього транспортування.

Основний вид транспорту для перевезення збірного залізобетону – *автомобільний*, якщо дальність транспортування – до 200 км (рис. 7.3).



Рисунок 7.3 – Спеціалізовані автопоїзди для перевезення: а – сипких вантажів; б – стінних панелей; в – плит; г – санітарно-технічних кабін

Збірні елементи конструкцій укладають на транспортні засоби з урахуванням таких вимог:

- елементи повинні перебувати в положенні, близькому до проектного (за винятком колон, які перевозять в горизонтальному положенні);
- необхідно, щоб елементи були укладені на дерев'яні інвентарні прокладки й підкладки, розташовувані в місцях, зазначених у робочих кресленнях;
- у разі багатоярусного вантаження підкладки та прокладки необхідно розташовувати чітко за вертикаллю;
- елементи необхідно ретельно закріплювати з метою запобігання перекиданню, поздовжньому й поперечному зсувуванню, а також ударам один об одного;
- поверхні елементів будівель повинні бути захищені від пошкоджень.

Горизонтально перевозять елементи конструкцій, які укладають у споруду і які використовують у горизонтальному положенні: балки, ригелі, прогони, плити та панелі перекриттів, балконні та покрівельні плити, високі (більше ніж 1,5 м) стінні блоки, а також багатомірні збірні конструкції – колони й палі.

У вертикальному й похилому положенні транспортують кроквяні й підкроквяні ферми, стінні панелі, панелі перегородок. Об'ємні елементи – блок-кімнати, санітарно-технічні кабіни перевозять у проектному положенні.

Дерев'яні конструкції через те, що вони нестійкі, у готовому вигляді перевозять рідко, здебільшого – в розібраному вигляді або пакетами.

Під час транспортування автомобільним і залізничним транспортом за розміром вантаж повинен співпадати з габаритами рухомого складу. Відхилення від цих габаритів (по висоті, ширині, довжині) потребують спеціального узгодження й контролювання умов перевезення.

Необхідний запас конструкцій на складі встановлюють відповідно до проекту виробництва робіт, з урахуванням календарного графіка монтажу і площ, які можуть бути відведені для розкладання конструкцій у зоні дії кранів. Розвантажують доставлені на будівельний майданчик збірні конструкції за допомогою спеціального розвантажувального самохідного крана, інколи – основного монтажного механізму. Отже, «монтаж з коліс» є найбільш економічним і найменш трудомістким методом.

7.3 Вантажопідіймальні монтажні машини та механізми

Крани та підіймачи. Монтаж будівельних конструкцій здійснюють за допомогою підіймальних і підіймально-транспортних машин та механізмів. Залежно від технологічних особливостей вони можуть бути *мобільними, обмежено мобільними й немобільними*. Специфічну групу становлять літальні апарати й плавні монтажні крани.

Стрілові монтажні крани на гусеничному (див. рис. 7.4, а), пневмоколісному, автомобільному ходу (див. рис. 7.4, б) і зі спеціальним шасі належать до мобільних монтажних засобів. Вони вільно переміщуються від однієї зупинки

(об'єкта) до іншої, високо маневрені і обслуговують велику територію, але ступінь їхньої стійкості за різних положень поворотної частини неоднаковий.

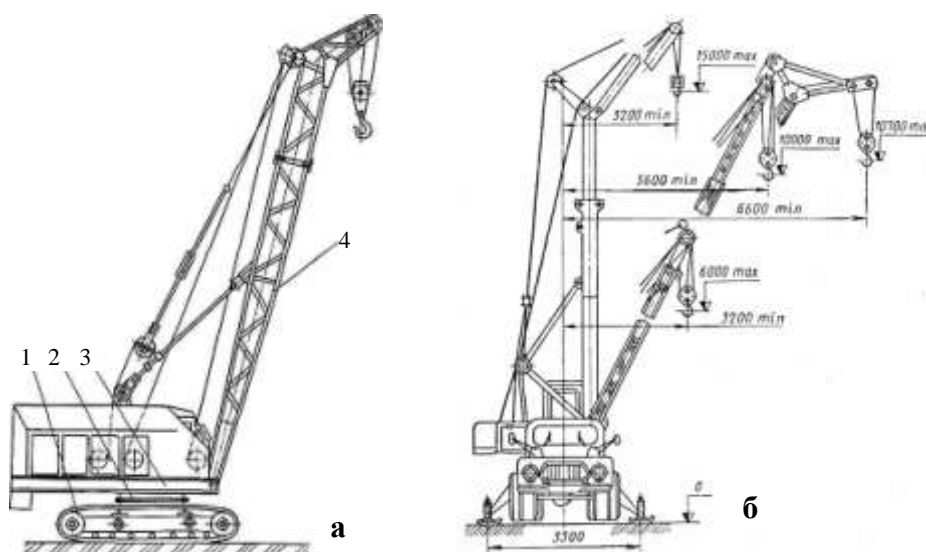


Рисунок 7.4 – Схеми мобільних кранів: а – на гусеничному ході; б – на автомобільному ході; 1 – гусеничне ходове обладнання; 2 – опорно-поворотний пристрій; 3 – поворотна платформа з силовими механізмами; 4 – робоче обладнання

Стрілові крани різняться за технічними та технологічними параметрами, а саме:

- за вантажним моментом або вантажопідіймальністю;
- розміром конструкції, що піднімається, і самого монтажного засобу;
- глибиною подавання;
- швидкістю піднімання й опускання вантажу;
- швидкістю пересування з вантажем і без вантажу;
- типом конструкції підіймального пристрою і шасі, що передбачає або не передбачає спеціальні підготувальні роботи для пересування монтажних засобів у межах будівельного майданчика;
- особливостями встановлення підіймального засобу з транспортного положення в робоче.

Щоб збільшити виліт стріли, застосовують додаткові пристрої – гусачки з допоміжним гаком, а також спеціальні наголовники – жорсткі й вилкуваті. Стріли з некерованим гусачком (4...10 м) і жорстким наголовником сприяють розширенню зони горизонтального обслуговування, а з керованим – і зони вертикального. Крім того, поліпшуються можливості маневрування монтажним елементом під час його піднімання. Вилкуватий наголовник забезпечує монтаж багатомірних елементів (колон), висота яких більша за висоту верху стріли.

Для головного параметра стрілових кранів – вантажопідіймальності – залежно від ходового пристрою передбачаються єдині типорозміри. Собівартість машино-години кранів залежить від кількості елементів, що піднімаються, і їхньої маси, а вантажопідіймальність – від монтажного моменту й глибини подачі.

Баштові (рис. 7.5), козлові, залізничні, мостові та кабельні крани, а також самопідіймальні крани, щогли й портали належать до обмежено мобільних, тому що сприяють проведенню робіт тільки в зоні, яка визначається за розмірами горизонтальних або вертикальних напрямних (рейкових шляхів) і за радіусом дії робочого устаткування.

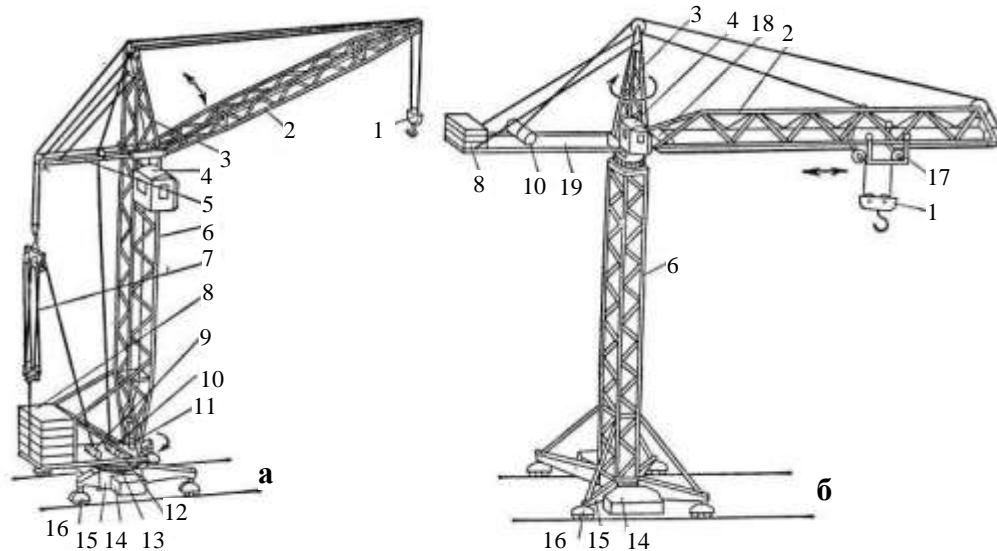


Рисунок 7.5 – Баштовий кран: а – із поворотною вежею та підіймальною стрілою; б – із неповоротною баштою та балочною стрілою; 1 – підвіска гака; 2 – стріла; 3 – оголовок; 4 – кабіна; 5 – розпірка; 6 – башта; 7 – стріловий поліспаст; 8 – противага; 9 – стрілова лебідка; 10 – вантажна лебідка; 11 – механізм повороту; 12 – поворотна платформа; 13 – опорно-поворотний пристрій; 14 – баласт; 15 – ходова рама; 16 – ходовий візок; 17 – вантажний візок; 18 – противагова консоль

Під час монтажу будівель і споруд найчастіше використовують баштові крани. Переміщення вантажу за їхньою допомогою здійснюється внаслідок повороту стріли або башти, зміни вильоту стріли (гака) або руху по рейкових шляхах. У процесі монтажу ці операції можуть поєднуватися. Основними технічними характеристиками баштових кранів є вантажний момент, найбільший виліт стріли і висота підймання гака. Для баштових кранів серії КБ встановлено такі вантажні моменти: 40, 160, 250, 400, 600, 1000, 1600, 2500, 4000, 6300 і 10 000 кН/м. У промисловому будівництві застосовують і більш потужні баштові крани з вантажним моментом від 15 000 до 36 000 кН/м.

Спеціальні крани використовують для монтажу елементів конструкцій деяких споруд. Наприклад, висотні споруди монтують за допомогою переставних кранів. Для монтажу радіощогл і веж застосовують самопіднімальні (повзкі) крани. Важкі конструкції піднімають у проектне положення за допомогою стрічкових або стоякових підйомників, які мають бути обладнані гідравлічними домкратами. У деяких випадках під час монтажу будівельних конструкцій використовують спеціальні крани-гвинтокрили.

Шевро, портали, стрічкові підіймачі, гвинтові щоглово-стрілові крани належать до немобільних монтажних машин (див.рис. 7.6). Робоча зона цих засобів встановлюється за розмірами всієї машини чи окремих її частин, наприклад за розміром стріли.

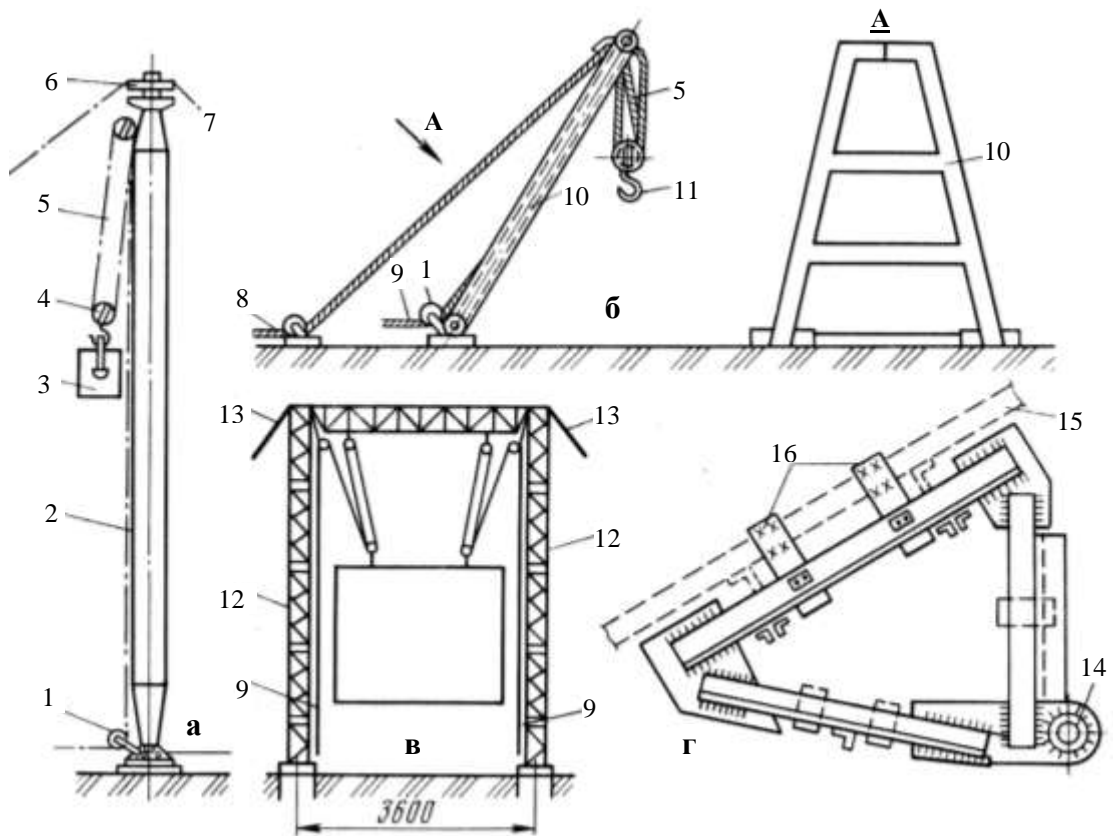


Рисунок 7.6 – Схеми установлення: а – монтажної щогли; б – шевро; в – порталу; г – монтажної консолі; 1 – відвідний блок; 2 – стовбур; 3 – вантаж; 4 – відтяжка для вантажу; 5 – поліспаст; 6 – наголовок; 7 – розчалювання; 8 – канат; 9 – нитка, що збігає; 10 – шевро; 11 – гак; 12 – стояки, 13 – ванти; 14 – вушко; 15 – монтований елемент; 16 – монтажні болти

Літальні та плавні монтажні засоби. Під час монтажу й демонтажу будівельних конструкцій, в тому разі, якщо неможливо або важко застосувати інші засоби механізації, а також у разі економічної доцільності можуть бути використані вертольоти. Для них необхідно влаштовувати майданчики – злітно-посадкові й завантажувальні, де конструкції стропують. Плавні монтажні крани застосовуються під час будівництва мостів, дамб, берегоукріплювальних та інших споруд, що зводяться у воді.

7.4 Пристосування та інвентар для монтажних робіт

За технологічними ознаками монтажні операції можна розподілити на три групи:

- *такелажні*, пов'язані з підготовленням конструкції до піднімання, оснащення й стропування (захоплення);
- *власне монтажні*, що передбачають піднімання, наведення, орієнтування, установлення, вивірення й закріплення конструкцій;
- *супутні* – антикорозійний захист, герметизація, бетонування стиків, деякі види оброблення, установлення кріпильних деталей, анкерів.

Оснащення – операція з облаштування монтованих конструкцій пристроями та обладнанням, необхідними для створення зручних, надійних і безпечних умов виконання робіт. Елементами оснащення є:

- *канати* (сталеві, прядив'яні й капронові), що виконують роль стропів, вантів, розчалювань або відтяжок;
- *розпірки, підкоси, тяги*, застосовувані для вивірення й кріплення конструкцій;
- *навісні драбини, колиски, риштування*, що гарантують зручність і безпеку проведення робіт;
- *монтажні столики, хомути, петлі, кронштейни, підвіски* для кріплення технологічного обладнання та інші спеціальні пристрої.

Зазвичай використовують інвентарне оснащення. Воно може кріпитися на конструкції як до підймання, так і після їхнього установаження (наприклад сходи, колиски, риштування). Сукупність елементів оснащення, призначених для підтримання, підймання та опускання конструкцій, а також для наведення та орієнтування, називають *такелажем*.

Зчеплення (стропування) – операція, що забезпечує тимчасове зчеплення монтованих конструкцій з монтажними машинами й механізмами. Усі стропувальні пристрої розділяють так: за просторовою жорсткістю – на *гнучкі* та *жорсткі*.

Гнучкі виготовляють з канатів. Вони можуть бути *універсальними, полегшеними* й *багатогілковими*.

Жорсткі у вигляді металевих стрічок або зачепів застосовують тоді, коли конструкції, що зводять, не можуть сприймати зусиль, які виникають унаслідок дії гнучких стропів, у разі обмеженої висоти підняття гака монтажного крана або для зручності виконання робіт.

За сферою застосування – на *універсальні*, що застосовуються для зчеплення багатьох типів конструкцій, і *спеціалізовані*, придатні тільки для окремих конструкцій.

За способами управління – на *дистанційно керовані*, що уможливають проведення розстропування на відстані, і *некеровані*, які роз'єднуються вручну.

За принципом роботи – на *механічні, електромагнітні, вакуумні* й *комбіновані*.

Стропувальні пристрої повинні забезпечувати: збереження, стійкість і постійність розміщення вантажу під час його піднімання; унеможливлювати самовільне відчеплення, рівномірно розподіляти зусилля між стропами й попереджати перенапруження в монтованих конструкціях; сприяти проведенню стропування й розстропування шляхом простих і зручних прийомів у мінімальний термін; бути надійними й універсальними; мати невелику, порівняно з монтованою конструкцією, масу; гарантувати зручні й безпечні умови праці.

Універсальні гнучкі стропи виготовляються у вигляді замкнутої петлі від 5 до 15 м завдовжки із сталевих канатів діаметром 19...30 мм, полегшені стропи – з троса діаметром 12...20 мм із закріпленими на кінцях гачками, карабінами, скобами або петлями, що спрощує їхнє кріплення до монтованих конструкцій. Замість тросів можуть застосовуватися ланцюги. Для забезпечення розстропування полегшені стропи обладнують напівавтоматичними пристроями.

Багатогілкові стро́пи (дво-, чотири-, шестигілкові) застосовують у разі зчеплення конструкцій на двох точках і більше. Як окремі гілки використовують полегшені стро́пи, які кріплять до спеціальної скоби (петлі), що дає змогу регулювати в них зусилля (рис. 7.7).

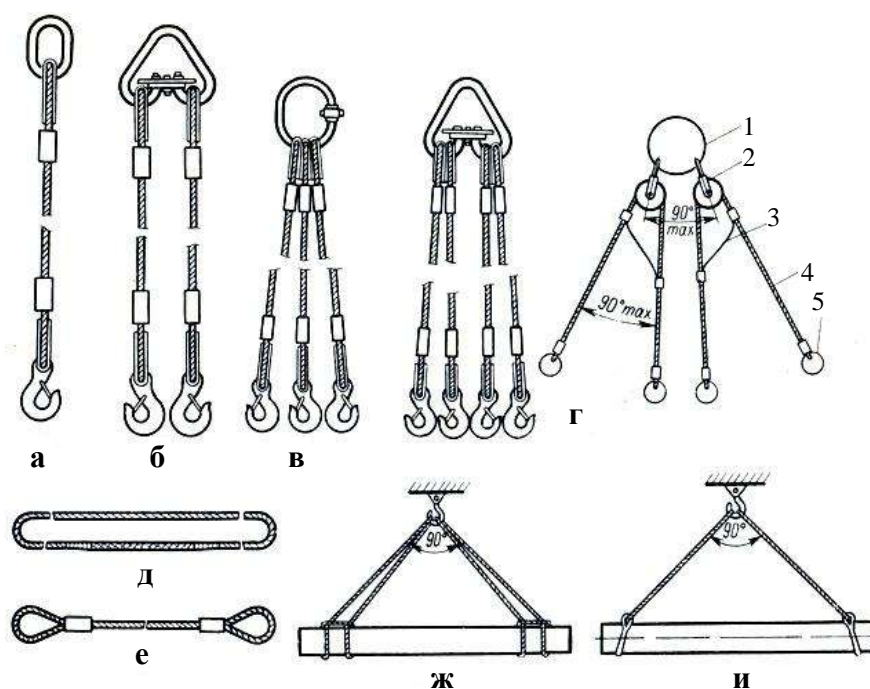


Рисунок 7.7 – Багатогілкові стро́пи: а – однострижковий; б – двогілковий; в – тригілковий; г – чотиригілковий; д – кільцевий; е – двопетльовий; ж – схема стропування двома кільцевими стропами; и – те саме двопетльовим; 1 – рознімне кільце; 2 – вирівнювальне кільце; 3 – вирівнювальна нитка; 4 – канатна гілка; 5 – захват

За допомогою багатогілкових строп можна проводити (крім вертикального піднімання) кантування конструкцій із горизонтального положення у вертикальне, і навпаки. Під час стропування вантажу однією гілкою канат розтягується із силою, рівною вазі вантажу.

Траверси становлять собою конструкції, виготовлені зі сталевих труб або прокатних профілів у вигляді балок, рам або ферм з підвішеними до них стропами або металевими стрічками – жорсткими стропами. В останніх роблять отвори для протягування шпінів. Стропи траверс можуть обладнуватися різними видами зачепних пристроїв, тому вони універсальні. Основне призначення траверс – захистити елементи що, піднімаються, від стискних зусиль.

Для оптимального використання вантажопідіймальної здатності крана застосовують просторові траверси, за допомогою яких можна піднімати пакет з кількох елементів (наприклад плит) або монтувати блоки й оболонки. За допомогою шпінів, пальців, планок, розпірних клинів та інших опорних деталей здійснюють зачеплення за отвори (див. рис. 7.8).

У разі горизонтального й похилого розташування отворів застосовують циліндричні опорні частини, які можна легко висмикнути із зачеплення. У разі вертикального розташування отворів опорні деталі закладають зверху чи знизу, а їхня форма визначається відповідно до товщини й матеріалу конструкції. У

разі потреби, якщо вертикальні отвори глибокі, можуть бути використані клиновидні зачіпи, що діють як розпирні.

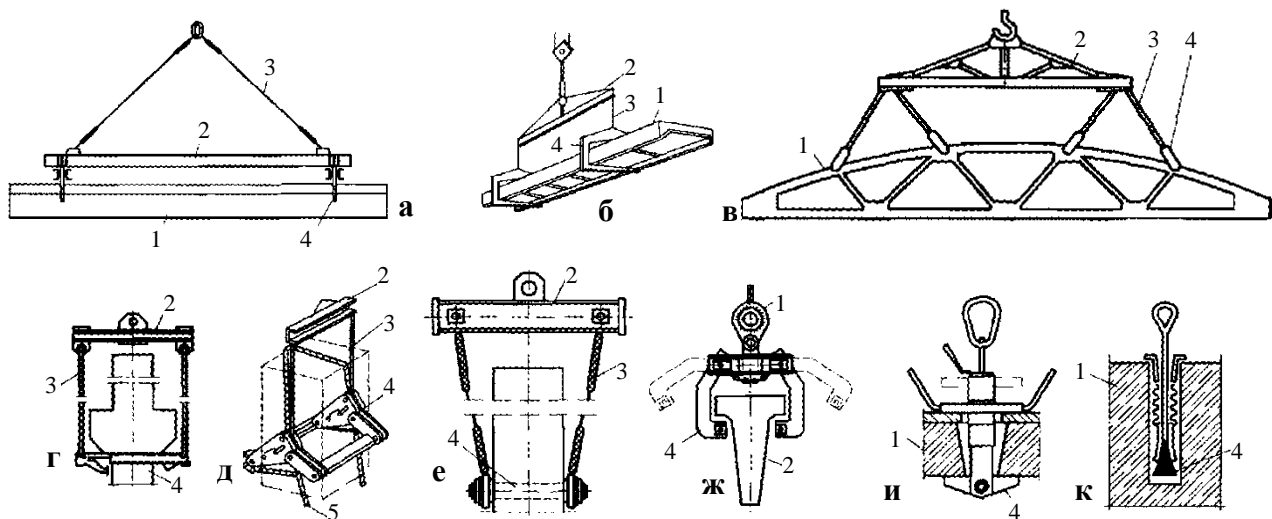


Рисунок 7.8 – Вантажозачіпні пристосування: а, в – траверса балочна й фермова; б – балочна траверса з вилкуватим захватом; г, д, е – траверси для піднімання колон з рамковими, фрикційними і шпіньовими зачіпами; ж, и, к – зачіпи кліщовий, клиновий і цанговий; 1 – конструкція, яку піднімають; 2 – траверса; 3 – гнучкі стропи; 4 – зачіпи; 5 – система розстроповки

Консольні зачіпи слугують для піднімання плоских горизонтальних конструкцій – плит перекриттів, профільованого настилу, а також статично стійких багатомірних горизонтально встановлюваних елементів – балок, ригелів тощо.

Фрикційні зачіпи працюють внаслідок використання сил тертя, що виникають між поверхнею конструкції і притискними частинами.

Кліщові зачіпи застосовують для піднімання двотаврових залізобетонних конструкцій, профільованих і листових металоконструкцій.

Вакуумні зачіпи – це малогабаритні камери (присоси) з гумовим кільцем ущільнювача, внутрішня порожнина яких з'єднана з вакуумним насосом. Зчеплення конструкцій здійснюється шляхом накладання камери на їхню поверхню і створення усередині камери розрідженого середовища. Вантажопідіймальна здатність цих зачепів залежить від площі присмоктування й ступеня розрідження повітря.

Електромагнітні зачіпи становлять собою сталевий корпус з круглим або прямокутним перерізом, всередині якого розміщено котушку. Зчеплення відбувається внаслідок подавання в котушку по гнучкому кабелю постійного струму. Вантажопідіймальність електромагнітних зачепів – від кількох сотень кілограмів до кількох тонн.

7.5 Монтаж будівельних конструкцій в проектне положення

У практиці будівництва зазвичай використовують такі способи установлення конструкцій: *нарощування, підрощування, повертання, насування і вертикальне піднімання.*

Спосіб нарощування застосовують під час монтажу всіх типів будівель. Елементи конструкцій встановлюють за допомогою трьох методів монтажу – *диференційованого, комплексного й змішаного*. Конструкції монтують на встановлені раніше. Виконують, зокрема, стропування, піднімання в проектне положення, установлення конструкції на опори, тимчасове кріплення і вивірення положення, розстропування й закріплення конструкції в проектному положенні. Спосіб передбачає в послідовне нарощування елементів будівлі по горизонталі за всією довжиною (всією площею) поверху, з продовженням робіт у тій самій послідовності й на наступних поверхах. Як монтажні елементи можуть бути використані окремі конструкції, укрупнені лінійні елементи, плоскі й просторові блоки. Спосіб уможлиблює зведення будівлі за допомогою урізноманітнення способів організації видів комплексної механізації робіт, сприяє оптимальному поєднанню технологічних процесів з метою максимального скорочення загальної тривалості провадження робіт.

Спосіб підросування полягає в послідовному зведенні споруди від останнього поверху до першого. Спочатку на змонтованих конструкціях підземної частини будівлі збирають і зводять верхні конструкції, до них під'єднують елементи й конструкції, розташовані нижче (рис. 7.9). Перевагою цього способу є те, що основні складальні й зварювальні операції проводяться на рівні землі. Спосіб застосовується досить часто, зокрема під час зведення будівель за допомогою методів піднімання перекриттів і поверхів.

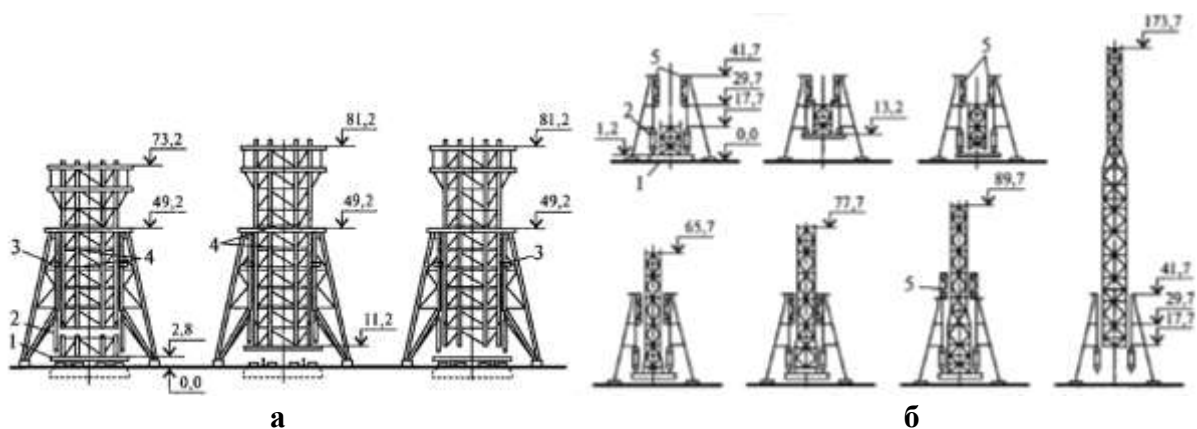


Рисунок 7.9 – Схема монтажу веж підросуванням: а – монтаж типового блоку багатогранної вежі; б – послідовність монтажу висунутої частини з переломом перерізу;
1 – стенд-кондуктор; 2 – тяговий поліспаст; 3 – опорний пристрій (столік); 4 – стабілізуюча система; 5 – знімна ферма-вставка

Спосіб повертання застосовують для конструкцій або споруд, що збираються в горизонтальному положенні, зазвичай на рівні землі. Піднімання конструкцій в проектне положення здійснюють шляхом повертання навколо нерухомого шарніра за допомогою порталів, щогл з поліспастами, лебідками, із застосуванням самохідних кранів. Усі ці монтажні пристосування й засоби в забезпечують плавне підймання й повертання конструкції, що монтується, з горизонтального у вертикальне положення. Щоб забезпечити стійкість

конструкції під час піднімання, особливо під час завершального етапу установлення у вертикальне положення, використовують гальмівні лебідки.

За допомогою повертання монтують радіощогли до 120 м заввишки, опори ліній електропередач. Найчастіше застосовують два різновиди способу:

- *спосіб повертання з використанням самохідного крана* для піднімання верху конструкції на проміжну висоту з наступним підніманням конструкції за допомогою лебідки;

- *спосіб «спадної стріли»*: на конструкцію в шарнірі встановлюють вертикально і жорстко закріплений високий стояк, верх якого з'єднують з верхом прогонної конструкції – створюється жорстка трикутна система.

Спосіб насування базується на складанні окремих конструкцій у великий просторовий блок (під час бетонування великої за розмірами просторової конструкції) неподалік від постійних опор. У проектне положення готову просторову конструкцію насувають, використовуючи спеціальні накочувальні шляхи. Конструкція або ковзає (спосіб ковзання), або котиться на роliках (спосіб кочення). Спосіб застосовують під час монтажу конструкцій промислових будівель, під час насування конструкцій в обмежених умовах майданчика або в разі, якщо вантажопідіймальність монтажних кранів є недостатньою.

Спосіб вертикального піднімання передбачає монтування на землі просторової конструкції, її піднімання за допомогою гідравлічних підойм дещо вище за проектну відмітку, підведення під неї підтримуючих конструкцій, найчастіше колон, на які й опускають монтажний елемент.

Використання зазначених способів установлення елементів конструкцій є обов'язковою умовою виконання робіт. Методи монтажу оптимізують шляхом проведення техніко-економічного аналізу, ураховуючи такі чинники: конструктивні особливості будівлі, масу елементів, рельєф майданчика й необхідних площ, наявність монтажного обладнання, нормативні терміни будівництва.

7.6 Вибір оптимального варіанта монтажного крана

Будівельні конструкції будинків і споруд монтують за допомогою монтажного комплекту, до складу якого входять ведуча машина (монтажний кран або інші монтажні механізми), допоміжні машини (допоміжні крани, навантажувально-розвантажувальні й транспортні машини) і технологічне устаткування: вантажозачіпні пристрої, кондуктори, пристрої для тимчасового закріплення, вивірки тощо).

Обираючи монтажні комплекти визначають їхню технічну можливість використання для певного об'єкта, як ведучу машину – крана певного типу і марки, та комплектувальних машин.

Ведучий монтажний кран обирають зважаючи на необхідність відповідності монтажно-конструктивної характеристики об'єкта, що монтується (конструктивної схеми й розмірів будівлі: маси й розташування елементів на будинку; рельєфу будівельного майданчика та інших особливостей, що обумовлюють вибір технічних засобів монтажу), параметрам монтажного крана.

Базовими параметрами монтажних кранів є:

- *вантажопідйомність* – найбільша маса вантажу, що може бути піднята краном за умови збереження стійкості й міцності його конструкції;
- *швидкість підйому чи опускання вантажу, пересування крана, обертання поворотної платформи*: врахувати, що для плавкого й точного «насадження» збірного елемента швидкість опускання вантажу не повинна перевищувати 5 м/хв, а швидкість обертання крана – 1,5 м/хв;
- *продуктивність* – кількість вантажу, переміщуваного й монтованого за одиницю часу. Продуктивність монтажного крана можна також вимірювати кількістю циклів за одиницю часу;
- *довжина стріли* – відстань між центром осі п'яти стріли й осі обойми вантажного поліспада;
- *виліт гака* – відстань між віссю обертання поворотної платформи крана і вертикальною віссю, що проходить через центр обойми вантажного гака. Під час визначення корисного вильоту гака відстань відраховують від частини крана найбільше висунутої вперед;
- *висота підйому гака* – відстань від рівня розташування крана до центру вантажного гака в його верхньому положенні;
- *колія* – відстань між центрами передніх і задніх коліс пневмоколісних кранів, ширина гусеничного ходу чи відстань між осями голівок рейок;
- *база* – відстань між осями передніх і задніх коліс пневмоколісних чи рейкових кранів. Для технічної характеристики гусеничних кранів указують довжину гусеничного ходу;
- *радіус повороту хвостової частини поворотної платформи* – відстань між віссю обертання крана й найбільш віддаленою від неї точкою платформи чи противаги;
- *установлена потужність* – сумарна потужність силової установки крана.

Вибір монтажного крана за технічними параметрами починають з уточнення таких даних: маса елементів, що монтуються; монтажне оснащення й вантажозачіпні пристрої; габарити й проектне положення елементів у повнозбірній будівлі. На підставі цих даних обирають групу елементів, що характеризується максимальними монтажними параметрами, для яких встановлюють необхідні мінімальні параметри крана (див. рис. 7.10).

Вантажопідйомність крана визначають за формулою:

$$Q_k = Q_m + Q_{oc} + Q_{bm}, \quad (7.1)$$

де Q_k – необхідна мінімальна вантажопідйомність крана, т;

Q_m – маса елемента, що монтується, т;

Q_{oc} – маса монтажного оснащення, т;

Q_{bm} – маса вантажозахватних пристроїв, т.

Баштові крани. Висоту підйому вантажного гака над рівнем розташування крана (H_k) м, визначають за формулою:

$$H_k = h_o + h_z + h_e + h_{cm}. \quad (7.2)$$

Виліт гака крана L_k , м, визначають за формулою:

$$L_k = \frac{a}{2} + b + c. \quad (7.3)$$

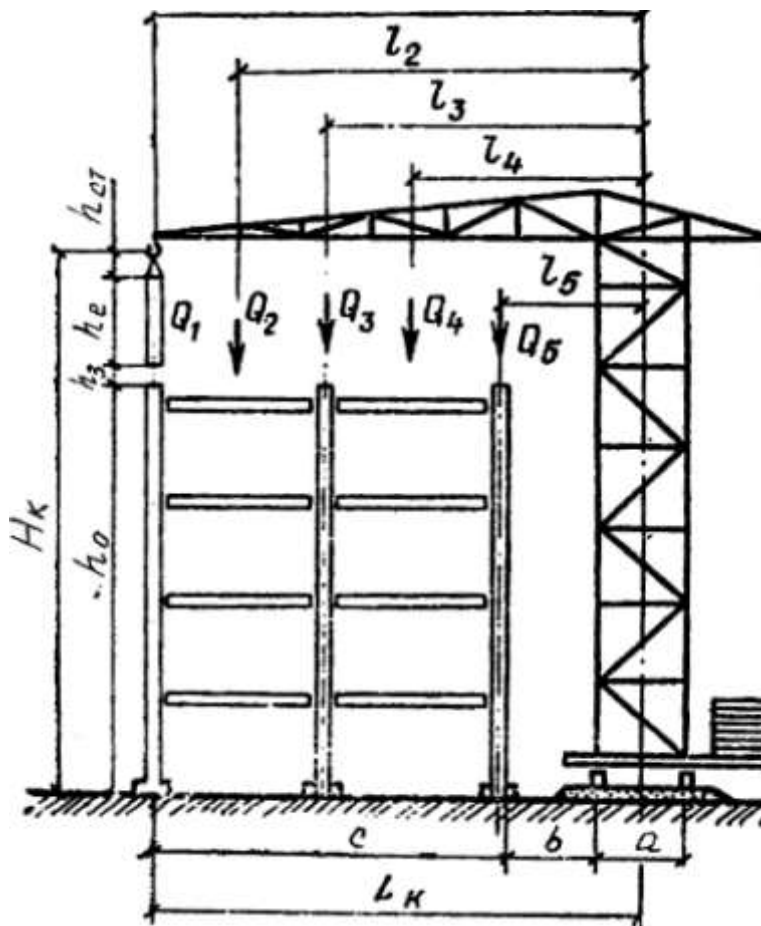


Рисунок 7.10 – Визначення технічних параметрів баштового крана: $Q_1 \dots Q_5$ – маси конструкцій, що монтуються; $l_1 \dots l_5$ – відстані від центрів ваги конструкцій до осі крана; h_o – рівень перевищення місця установлення (монтажного горизонту) щодо розташування баштового крана; $h_з$ – запас за висотою, необхідний за умовами безпеки монтажу; h_e – висота чи товщина елемента; $h_{ст}$ – висота стропування; a – ширина підкранової колії; b – відстань від осі рейки підкранової колії до найближчої частини будівлі; c – відстань від центру ваги елемента, що монтується, до найбільш висунутої частини будинку

Стрілові крани. Для стрілових самохідних кранів (на автомобільному, пневмоколісному й гусеничному ході) з баштовим стріловим обладнанням параметри (висоту підйому гака H_k , довжину стріли L_c і виліт гака L_k). H_k встановлюють так само, як для баштових кранів.

Після встановлення необхідних технічних параметрів за таблицями або графіками взаємозалежних кривих вантажопідйомності, вильоту й висоти підйому гака крана, наведеними в довідковій літературі, визначають відповідні марки кранів.

Остаточно обирають різновиди монтажних кранів, порівнюючи можливі варіанти виконання монтажних робіт за техніко-економічними показниками: T_1 – загальна тривалість монтажу змін; T_2 – кількість змін роботи крана; q – трудомісткість монтажу 1т конструкцій, люд.зм/т.

Якщо будинок або споруду можна монтувати кранами декількох марок і навіть типів, то визначають економічну ефективність використання обраних різновидів за умов цього будівництва. Економічну ефективність використання того чи іншого крана (чи комплекту кранів) визначають, порівнюючи техніко-економічні показники, головними з яких є тривалість монтажу та трудомісткість конструкції. У цих показниках відображаються фактори, що характеризують конструктивні особливості кранів (продуктивність, кількість обслуговувального персоналу тощо), ступінь охоплення краном монтажних робіт і використання його за часом і вантажопідйомністю, продуктивність праці робітників, експлуатаційні витрати на транспортування, монтаж і демонтаж, а також витрати електроенергії, палива, мастильних матеріалів.

Вибір оптимального варіанта монтажного крана. Прийнятий метод монтажу суттєво впливає на тривалість монтажних робіт.

Тривалість робіт. Під час визначення тривалості робіт враховують витрати часу на встановлення конструкції кранами в проектне положення, що закінчується їхнім тимчасовим закріпленням, витрати часу на монтаж і демонтаж кранів, допоміжні пристрої, технологічні перерви в установленні конструкцій (час на монтаж, пересування чи перестановку кондукторів, виконання інших робіт, для здійснення яких необхідно припинити установлення конструкцій). Тривалість робіт у змінах можна визначити за формулою:

$$T = T_m + T_n + T_y + T_t + T_d, \quad (7.4)$$

де T_m — тривалість монтажу, випробування крана, змін;

T_n — тривалість монтажу допоміжних пристроїв, необхідних для роботи крана (шляхів, фундаментів, анкерів, естакад тощо), якщо їхнє виконання гальмує введення крана в експлуатацію чи припиняє процес установлення конструкцій, змін;

T_y — тривалість установлення конструкцій, змін;

T_t — технологічні перерви в роботі, пов'язані з виконанням інших робіт, змін;

T_d — тривалість демонтажу кранів і розбирання допоміжних пристроїв, застосовуваних для забезпечення роботи кранів, якщо виконання цих робіт затримує відкриття фронту для наступних робіт, змін.

У разі послідовної роботи декількох кранів значення T_m і T_d під час встановлення загальної тривалості робіт враховують для першого крана за умови, що тривалість T_m і T_d наступних кранів поєднується з установленням конструкцій попередніми кранами. Якщо ж таке поєднання неможливе, значення цих величин, крім першого, враховують для тих кранів, для яких такі процеси не можуть бути поєднані з установленням конструкцій попереднім краном. Значення T_t враховують для кожного крана, якщо технологічні перерви необхідні.

У разі поєднання роботи декількох кранів значення T_m і T_d враховують тільки для першого крана. Для інших кранів ці процеси поєднують із установленням конструкцій попередніми кранами, і на загальну тривалість

робіт вони не впливають. Значення T_m у цьому разі враховують для першого крана, якщо технологічна перерва виникає на першій захватці і в період роботи останнього крана. Тривалість установаження конструкцій $T_{y\text{визначають залежно від кількості кранів, послідовності й поєднання їхньої роботи.}}$

Беручи до уваги вплив цих факторів розрізняють тривалість T_{yi} установаження конструкцій одним краном, тривалість $T_{y\text{ ni}}$ установаження конструкцій декількома кранами, які працюють послідовно, тривалість $T_{y\text{ ci}}$ установаження конструкцій декількома j кранами (приєднуються послідовно після закінчення роботи попереднього крана на початковій захватці), які працюють сумісно.

Тривалість установаження конструкцій одним краном визначають за формулою:

$$T_{yi} = \frac{P}{k \cdot Q_{ei}}, \quad (7.5)$$

де P – обсяг робіт з монтажу конструкцій різного виду, шт.;

k – коефіцієнт перевиконання норм, дорівнює 1,2;

$Q_{ei}Q_{ei}$ – відповідна експлуатаційна продуктивність монтажного крана за зміну в разі установаження конструкцій цього різновиду.

Якщо використати значення Q_{ei} , то:

$$T_{yi} = \frac{P_i \cdot t_{\text{ци}}}{1,2 \cdot 60 \cdot t_3 \cdot k_b} = \frac{P_i \cdot t_{\text{ци}}}{590 \cdot k_b}, \quad (7.6)$$

де P_iP_i – обсяг робіт, які монтують, краном конструкцій, шт.;

$t_{\text{ци}}$ – тривалість циклу роботи крана під час установаження конструкцій цього різновиду, хв;

1,2 – коефіцієнт перевиконання норм;

t_3 – тривалість зміни, год; за п'ятиденного робочого тижня – 8,2;

k_b – коефіцієнт використання робочого часу крана за зміну, приймають для баштових кранів рівним 0,8, для стрілових самохідних кранів – 0,85.

Тривалість циклу роботи крана визначають за формулою:

$$T_{\text{ци}} = \frac{H_{kpi}}{V_{ni}} + \frac{H_{kpi}}{V_{oi}} + \frac{\alpha_i}{180 \cdot n} + \frac{L_{ri}}{V_{ri}} \cdot k_c + \frac{L_{ni}}{P_i \cdot V_{ki}} + t_{pi}, \quad (7.7)$$

де H_{kpi} – висота підйому гака під час установаження кожного різновиду конструкцій, м;

$V_{ni}, V_{oi}, V_{ri}, V_{ki}$ – швидкість підіймання та опускання гака, пересування вантажу по горизонталі чи пересування вантажного візка, пересування крана відповідно, м/хв;

α_i – середній кут повороту крана під час монтажу кожного різновиду конструкцій, град;

n – швидкість повороту крана, об/хв;

k_c – коефіцієнт сполучення операцій, дорівнює 0,75;

L_{ri} – відстань переміщення вантажу по горизонталі, м;

L_{ni} – загальна довжина шляху пересування крана, включаючи неробочий хід під час виконання цього обсягу робіт, м;

t_{pi} – тривалість виконання ручних операцій, хв.

У разі послідовної роботи кранів, коли кожний наступний кран починає роботу після закінчення роботи попереднього, тривалість установалення конструкції кранами визначають так:

$$T_{yni} = \frac{P_{ji} \cdot t_{цji}}{590 \cdot k_{bj}}, \quad (7.8)$$

де P_{ji} – обсяг робіт, монтованих краном видів конструкцій, шт.;

$t_{цji}$ – відповідна тривалість циклу роботи крана, хв;

k_{bi} – коефіцієнт використання робочого часу крана.

У разі поєднання роботи j кранів, які приєднують послідовно, тривалість установалення конструкцій визначають, урахуовуючи поєднаність їхньої роботи. Можливими є два способи: тривалість роботи наступного крана більша або дорівнює тривалості попереднього, тривалість роботи наступного крана менша або дорівнює тривалості попереднього. У першому разі наступні крани вмикають відповідно через час $t_1, t_2 \dots t_{j-1}$ роботи попереднього на початковій захватці (рис. 7.11, а).

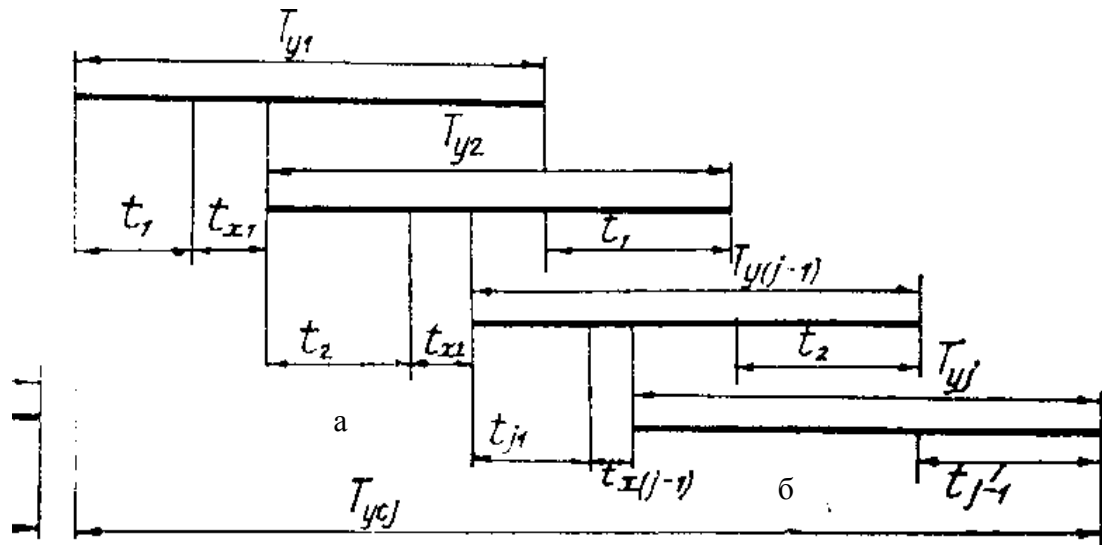


Рисунок 7.11 – Визначення тривалості установалення конструкцій у разі поєднання роботи кранів: а – за умови роботи на початковій захватці; б – на кінцевій захватці

Якщо $T_{y1} \leq (t_1 + T_{y2}) \leq \dots \leq (t_{j-1} + T_{yj})$, то тривалість установалення конструкції в разі поєднання роботи j кранів:

$$T_{ycj} = t_1 + t_2 + \dots + t_{j-1} + T_{yj}, \quad (7.9)$$

де T_{ycj} – тривалість установалення конструкцій при суміщеній роботі j кранів, змін;

t_1 – тривалість установалення конструкцій на початковій захватці першим краном, змін;

t_2 – тривалість установлення конструкцій $j - 1$ краном на початковій захватці, змін;

T_{yi} – тривалість установлення конструкцій останнім на всій ділянці краном j .

$$T_{ycj} = \frac{P_{1i} \cdot t_{\pi 1i}}{590 \cdot k_{b1}} + \frac{P_{2i} \cdot t_{\pi 2i}}{590 \cdot k_{b2}} + \dots + \frac{P_{(j-1)i} \cdot t_{\pi (j-1)i}}{590 \cdot k_{b(j-1)}} + \frac{P_{ji} \cdot t_{\pi ji}}{590 \cdot k_{bj}} \quad (7.10)$$

де P_{1i}, \dots, P_{ji} – обсяг робіт елементів, які монтують $1, 2, \dots, (j - 1)$ кранами, різновид яких становить на одній захватці і j краном на своїй ділянці, шт.; під час піднімання конструкцій пакетами – кількість підйомів;

$t_{\pi 1i}, \dots, t_{\pi ji}$ – тривалість циклів роботи кранів під час установлення відповідних різновидів конструкцій;

k_{b1}, \dots, k_{bj} – коефіцієнти використання робочого часу відповідних кранів.

Якщо крани працюють послідовно, один за одним, у формулу додають значення повних обсягів P_{ji} , виконуваних цими кранами; усі інші дробові члени будуть дорівнювати 0. Якщо $T_{y1} \geq t_1 + T_{y2} \geq \dots \geq (t_{j-1} + T_{yi})$, то початок роботи наступного крана необхідно відповідно змістити відносно початкової захватки на величину $t_{x1}, t_{x2}, \dots, t_{x \cdot (j-1)}$, щоб забезпечити для нього фронт робіт на кінцевій захватці (див. рис. 7.11, б).

У цьому разі $T_{ycj} = T_{y1} + t_1 + \dots + t_{j-1}$, тобто тривалість установлення конструкцій визначають залежно від тривалості установлення конструкцій першим краном і тривалості роботи інших кранів на кінцевих захватках.

Трудомісткість одиниці обсягу робіт ($1 \text{ т}; 1 \text{ м}^3$) визначають у людино-змінах. Установлення конструкцій j кранами ∂ :

$$\theta_c = \frac{\varepsilon_j \cdot (\theta_{yj} + \theta_{Tj} + \theta_{Mj} + \theta_{Vj} + \theta_{dj} + \theta_{nj})}{\varepsilon_j \cdot \varepsilon_i \cdot P_{ji} \cdot G_i} \quad (7.11)$$

де θ_{yj} – трудомісткість установлення конструкцій, люд.змін.;

θ_{Tj} – трудомісткість транспортування (перебазування) крана до місця робіт, люд.змін.;

θ_{Mj} – трудомісткість монтажу крана, люд.змін.;

θ_{Vj} – трудомісткість монтажу й розбирання пристроїв, люд.змін.;

θ_{dj} – трудомісткість пробного пуску крана, люд.змін.;

P_{ij} – кількість видів конструкцій, монтованих кожним краном, шт.;

G_i – маса (т), або обсяг (м^3), одного елемента

$$\theta_{yj} = i \frac{P_{ji} \cdot N_i}{1,2 \cdot Q_{\pi ji}} = i \frac{P_{ji} \cdot t_{\pi ji} \cdot N_i}{590 \cdot k_{bj}}, \quad (7.12)$$

де N_i – кількість робітників у ланці під час установлення відповідного різновиду конструкцій, зокрема машиністів кранів.

7.7 Вивірення елементів та закріплення конструкцій

Вивірення елементів конструкцій здійснюється для їхнього чіткого встановлення відповідно до проектного положення. Залежно від виду конструкцій, що монтуються, їх оснащення, стикування та умов забезпечення стійкості вивірення здійснюють візуально або за допомогою інструментів, у процесі встановлення, коли конструкція утримується монтажним механізмом, або після установлення під час її закріплення.

Візуальне вивірення застосовують у тому разі, якщо розміри опорних поверхонь і стиків конструкцій визначені з достатньою точністю. Використовують сталеві рулетки, калібри, шаблони.

Інструментальне вивірення використовують тоді, коли точність установлення монтажних елементів і конструкцій за допомогою визначення тільки опорних поверхонь, торчакових основ або стиків змонтованих конструкцій встановити важко, наприклад під час установлення спеціальних монтажних пристроїв (кондукторів) (рис. 7.12).

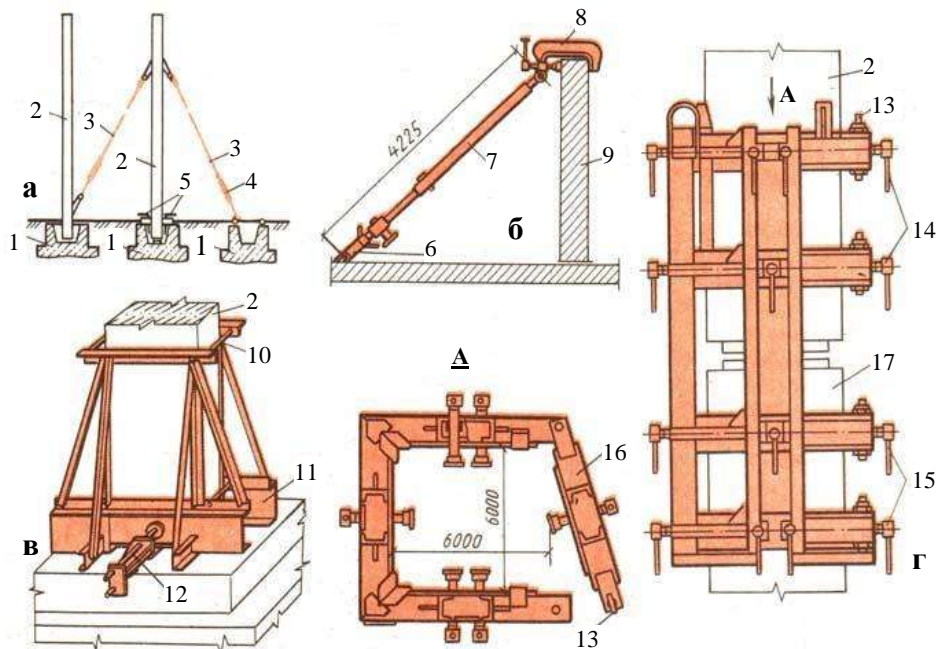


Рисунок 7.12 – Пристосування для тимчасового закріплення й вивірення будівельних конструкцій: а – розчалювання; б – підкіс; в – кондуктор для встановлення колони в стакан фундаменту; г – кондуктор для встановлення колон на оголовки раніше змонтованих колон; 1 – фундамент; 2 – колона; 3 – розчалювання; 4 – гвинтова стяжка; 5 – клинуватий затискач; 6 – гак з насувною муфтою; 7 – телескопічна штанга; 8 – трубіна; 9 – панель; 10 – стяжні болти; 11 – рами; 12 – розпирний домкрат; 13 – запірний шворінь; 14 – гвинти для вивірення колони; 15 – гвинти для закріплення кондуктора на оголовці колони; 16 – поворотна балка; 17 – оголовок колони

Інструментальне вивірення є поширеним видом перевірки положення змонтованих конструкцій у плані, висотного й вертикального положень. Застосовують теодоліти, нівеліри, лазерні прилади.

Безвивірне установлення виконують під час монтажу збірних металевих конструкцій (зокрема й залізобетонних конструкцій). Основною умовою під час

такого установлення є застосування у монтажних стиках конструкцій з підвищеним класом точності геометричних розмірів. Це дає змогу встановлювати в проектне положення сталеві колони, опори та інші елементи каркаса з фрезерованими опорними торчками без вивірення по висоті й вертикалі.

Автоматичне вивірення передбачає установлення конструкцій з паралельним вивіренням за допомогою автоматичних пристроїв.

Критерієм надійності тимчасового закріплення є відповідність кріплення вимогам вивірення (чіткості монтажу) за умови, що конструкція зберігає цю здатність під впливом власної ваги чи монтажних навантажень у відповідних кліматичних умовах. Надійність тимчасового закріплення забезпечує стійкість конструкції, що визначається за ступенем наближення коефіцієнта стійкості.

Засоби тимчасового кріплення розподіляються на індивідуальні та групові. Індивідуальні засоби кріплення – клини, клинові вкладені, розчалювання, підкоси, розпірки, кондуктори, фіксатори – застосовують для закріплення одиничних статично нестійких монтажних елементів і конструкцій. Групові засоби кріплення передбачають закріплення декількох статично нестійких монтажних елементів і конструкцій. До них належать групові кондуктори та спеціальні пристосування, які забезпечують закріплення декількох конструкцій або однієї на кількох опорах.

Постійне закріплення сприяє стійкості конструкцій у проектному положенні на період проведення робіт після монтажу та експлуатації. Постійне закріплення є завершальною операцією монтажного процесу, який закінчується електрозварюванням закладних частин або арматури, установленням болтів, заклепок, замонолічуванням стиків бетоном.

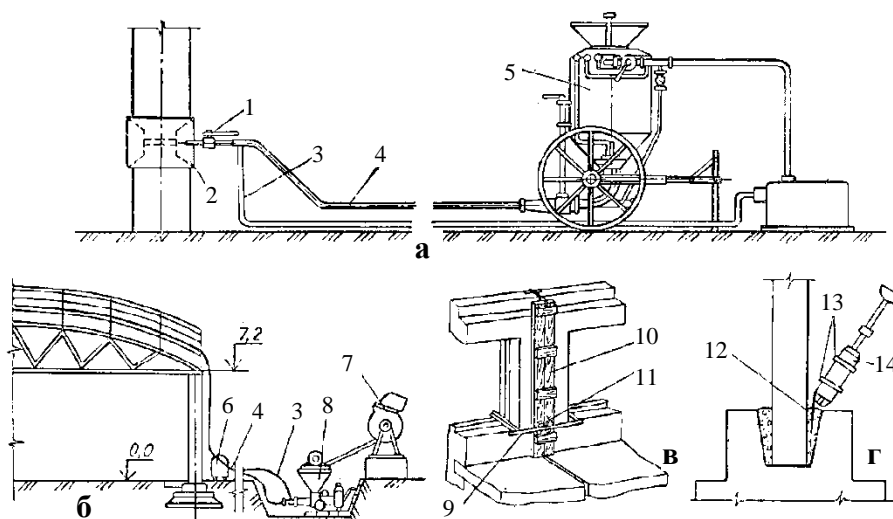


Рисунок 7.13 – Замонолічування стиків і шва: а, б – колон і панелей покриття за допомогою механізованої установки й пневматичного нагнітача; в – опалубка для замонолічування вертикального шва; г – ущільнення бетонної суміші віброулавою; 1 – наконечня з краном; 2 – опалубка стику колон; 3 – повітроводи; 4 – трубопровід; 5 – нагнітач; 6 – компресор; 7 – розчинозмішувач; 8 – розчинонасос; 9 – стяжна рама; 10 – опалубка; 11 – клини; 12 – металева смуга; 13 – хомути; 14 – віброулава

Замоноличують стики і шви переважно в залізобетонних конструкціях, щоб закріпити ці конструкції у проектному положенні, зберегти їхню міцність і стійкість на тривалий час, убезпечити метал від корозії та захистити огорожувальні конструкції від продування й потрапляння вологи, забезпечити необхідну звукоізоляцію, отримати необхідні теплотехнічні характеристики (див. рис. 7.13). Щоб досягти зазначеного, застосовують відповідні конструктивні з'єднання стиків і шва, використовуючи для їхнього закладання спеціальні матеріали й методи проведення робіт.

За способом з'єднання розрізняють монолітні безарматурні, монолітні на випусках арматури, зварні на закладних деталях та болтові стики; за сприйняттям розрахованих зусиль – на ті, що сприймають розраховані зусилля і ті, що їх не сприймають. Ці умови стикування є визначальними під час вибору способу й часу витримування бетону або розчину в стиках.

Замоноличуванню стиків передують роботи з їхнього антикорозійного захисту, герметизації й утеплення. Антикорозійний захист металевих елементів, що стикуються (арматура й закладні деталі), здійснюють за допомогою газополуменового, механічного або електрохімічного нанесення на них металевого, полімерного або комбінованого (метал-полімерного або метал-лакофарбового) покриття. Попередньо металеві елементи ретельно очищують, а перед нанесенням лакофарбового покриття ґрунтують. Поширення набули такі: лакофарбові покриття, як перхлорвінілові лаки, полістирольні клеї, епоксидні лаки, а також їхні суміші з цементами.

Лекція 8 СУЧАСНІ МЕТОДИ МЕХАНІЗАЦІЇ РОБІТ З УЛАШТУВАННЯ ПІДЛОГ

8.1 Конструктивні елементи та різновиди підлог

Підлоги – це конструктивні елементи будівлі або споруди, призначені для сприйняття експлуатаційних навантажень. До їхнього складу належать частини, які виконують самостійні функції:

а) *покриття* – верхній елемент підлоги, який безпосередньо зазнає експлуатаційних впливів. Як покриття застосовують паркет та інші матеріали на основі деревини, лінолеум, пластмасову й керамічну плитку, синтетичні ворсові килими;

б) *прошарок* – проміжний шар, який зв'язує покриття нижнього рівня з елементами підлоги або перекриттям. Із цією метою використовують цементно-піщані розчини, бітумні мастики, синтетичні клеї тощо;

в) *стяжка або збірна основа* – шар для підготування жорсткої основи під покриття, якщо нижні шари складаються з нежорстких або поруватих матеріалів;

г) *підстильний шар* – для рівномірного передавання навантаження на основу. Він складається із жужелю, гравію, щебеню, бетону та асфальтобетону. У разі влаштування підлоги по ґрунту цей шар розподіляє навантаження на основу, що знаходиться нижче;

д) *теплоізоляція* – шар з теплоізолювальних матеріалів (жужілю, керамзиту), що зменшує теплопровідність підлоги;

е) *звукоізоляція* – шар або прокладка, що зменшує передавання шуму через перекриття;

ж) *гідроізоляція* – шар, що перешкоджає доступу води та інших рідин до розміщених вище конструкцій підлоги.

Підлоги повинні мати тривалий термін експлуатації, бути конструктивно теплими, неслизькими, гладкими, безшумними під час ходьби й не виділяти пилу. Різновид підлоги зазвичай співпадає з найменуванням його покриття. Підлоги дощані, паркетні, з лінолеуму та полівінілхлоридної плитки зазвичай влаштовують у приміщеннях з легким і сухим режимом експлуатації – у житлових квартирах, палатах лікарень, кабінетах адміністративних будівель, шкільних класах і інших подібних приміщеннях.

Конструктивне рішення підлоги обирають на підставі техніко-економічної доцільності прийнятого рішення в конкретних умовах будівництва з урахуванням забезпечення:

- надійності та довговічності прийнятої конструкції;
- економного витрачання цементу, металу, дерева та інших будівельних матеріалів;
- найбільш повного використання фізико-механічних властивостей застосовуваних матеріалів;
- мінімуму трудовитрат на влаштування та експлуатацію;
- максимальної механізації процесу влаштування;

- широкого використання місцевих будівельних матеріалів і відходів промислового виробництва;
- відсутності впливу шкідливих факторів застосовуваних у конструкції підлоги матеріалів; оптимальних гігієнічних умов для людей;
- пожежо- та вибухобезпеки.

Тип підлоги для промислових будівель обирають залежно від характеру й інтенсивності експлуатаційних впливів. Улаштування покриття підлоги є завершальним етапом підготовки будівлі до здачі в експлуатацію. Його виконують тільки після закінчення всіх будівельних, оздоблювальних робіт, робіт з монтажу технологічного устаткування, під час яких підлоги можуть бути пошкоджені, зволожені або забруднені.

8.2 Улаштування монолітних підлог

Бетонні, мозаїкові та цементно-піщані покриття для підлоги використовують у вестибюлях громадських та адміністративних будівель, у торгових залах магазинів і підприємств громадського харчування, в окремих приміщеннях промислових підприємств. Як матеріал для влаштування такого типу покриттів застосовують портландцемент високих марок, річковий пісок, щебінь гірських порід мармуру, кварциту, діабазу тощо. Для світлих покриттів використовують білий і розбілений цемент, для кольорових – із домішками пігментів.

Монолітні бетонні підлоги виконують одношаровими, завтовшки 25...50 мм, *мозаїкові та цементно-піщані* – двошаровими: перший, підстильний шар – 25...30 мм, основний покривний шар – 15...20 мм. Безпосередньо перед влаштуванням покриття поверхню основи очищують (рис. 8.1), рясно зволожують і ґрунтують цементним молоком. Для кращого зчеплення основи зі збірних залізобетонних плит покриття, цементно-піщаних стяжок і підстильних шарів попередньо очищують від наявної на її поверхні цементної плівки за допомогою скребачки.

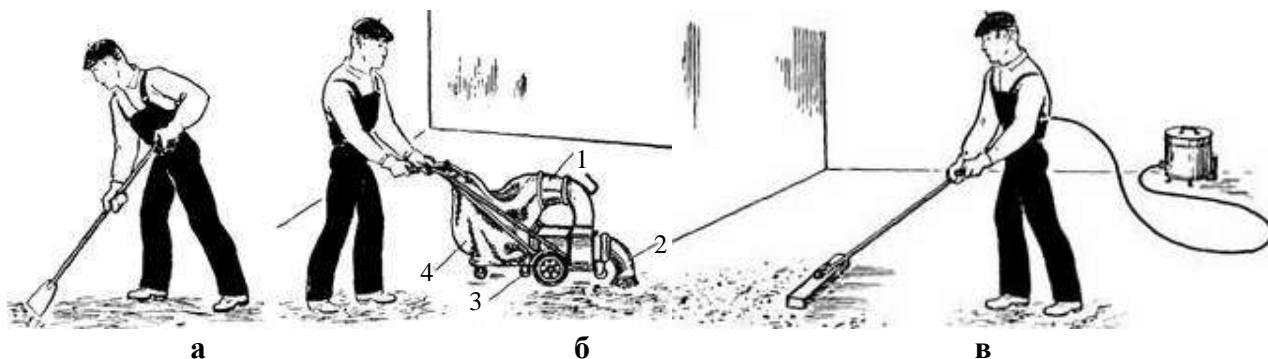


Рисунок 8.1 – Очищення й обезпилення основи: а – очищення від залишків розчину, що зчепився, скребачкою; б – обезпилення за допомогою підмітально-пилососної машини; в – обезпилення промисловим пилососом; 1 – фільтр; 2 – зачіпи; 3 – моторно-вентиляторний блок; 4 – сміттєзбірник

Бетон і розчин укладають у покриття смугами до 3,5 м завширшки, обмежуючи їх маячними рейками. Суміш ущільнюють віброрейками або

майданчиковими вібраторами. Поверхню покриття загладжують металевими гладилами, цей процес має бути завершений до початку зчеплення бетону і розчину. Поверхні бетонних і мозаїкових покриттів шліфують шліфувальними машинами після набуття покриттями міцності, щоб унеможливити викришування грубого наповнювача з поверхні. Цементно-піщане покриття зазвичай загладжують і залізнять.

Поверхню підлоги, укладену насвіжо, укривають вологою тирсою шаром 2...3 см і витримують їх у вологому стані протягом 5...7 діб. Плінтуси в приміщеннях з бетонними, мозаїковими і цементно-піщаними підлогами витягують шаблоном з того ж розчину, що і верхнє покриття.

Влаштування покриттів по ґрунтовій основі. На ґрунт укладають щебінь, укочують його котком і заливають рідким розчином, отримуючи «худий» бетон. Далі в підстильний шар укладають смугами бетонну суміш 10...12 см завтовшки й 3...4 м завширшки. Смуги обмежують маяковими дошками, бетонують через смугу, проміжки заповнюють бетонною сумішшю через добу. Застосовують два рішення влаштування гідроізолювального шару, що залежить від гідростатичного напору води. У першому разі, за незначного гідростатичного напору або за його відсутності по бетонній основі влаштовують холодну ґрунтівку з бітуму, розведеного в розчиннику, у другому – використовують гідроізоляцію з рулонних матеріалів. Верхнє захисне покриття виконують у вигляді цементної стяжки або шару асфальтобетону.

Влаштування мозаїкових покриттів проводять у тій самій послідовності, що й цементно-піщаних. Як в'язучі матеріали для таких покриттів іноді застосовують декоративні, кольорові сорти цементу. Особливістю й складністю у влаштуванні мозаїкових покриттів є необхідність застосування спеціальних жилок з кольорового металу або іншого матеріалу (рис. 8.2). Жилки унеможливають утворення тріщин і підвищують декоративність поверхні.

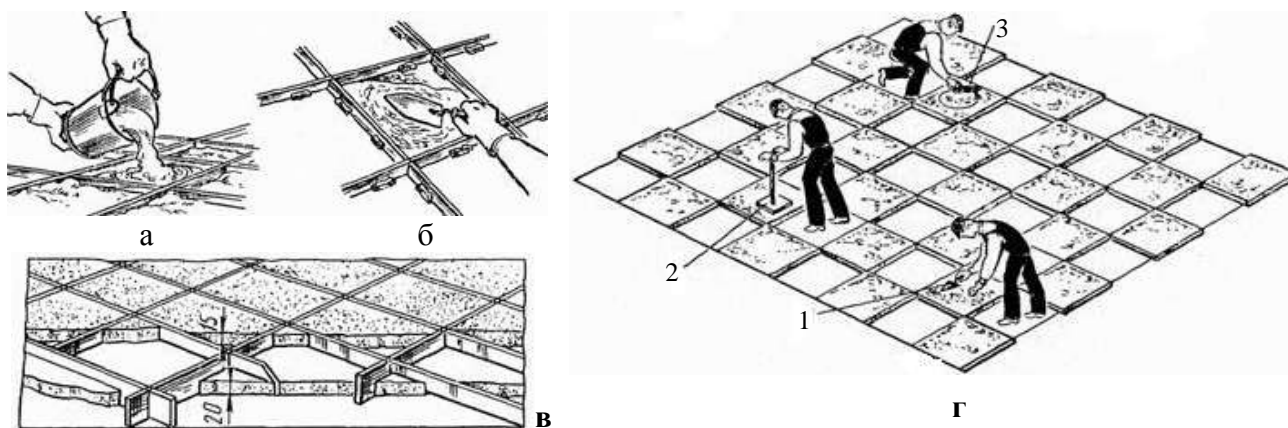


Рисунок 8.2 – Послідовність набивання музайкового розчину: а – заповнення квадратів розчином; б – розрівнювання розчину; в – готове покриття; г – організація робіт: 1 – загладження розчину лопаткою; 2 – ущільнення розчину трамбуванням; 3 – загладження поверхні гладилом

Під час влаштування мозаїкового багатобарвного покриття з жилками маякові і розподільні рейки не укладають. Ширина вирізованих жилок повинна співпадати з товщиною покриття. Ущільнюють мозаїкове покриття дуже обережно, щоб не порушити малюнка. Після остаточного тверднення розчину покриття шліфують до оголення зерен наповнювача (рис. 8.3), а подряпини й пори шпаклюють цементними пастами.

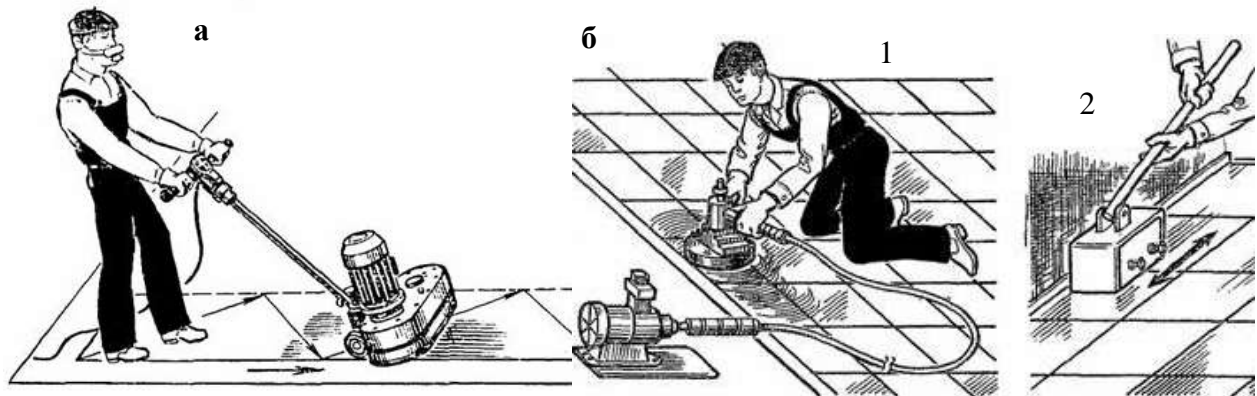


Рисунок 8.3 – Оброблення мозаїкового покриття: а – обдирання мозаїково-шліфувальною машиною; б – додаткове шліфування покриття у важкодоступних місцях: 1 – універсальною шліфувальною машиною з гнучким валом; 2 – подом, закріпленим в обіймі

Відповідно до специфіки виробництва, під час зведення будівель і споруд часто використовують особливі конструкції монолітної підлоги. У разі влаштування *лугостійких* бетонних і цементно-піщаних покриттів як в'язучі застосовують портландцемент і шлакопортландцемент, як обов'язкову домішку – трикальцевий алюмінат у кількості до 5 % від маси цементу. На вибухонебезпечних виробництвах використовують *безіскрові бетонні* та цементно-піщані покриття. Як великий і дрібний наповнювач для таких покриттів застосовують вапняк, мрамур та інші кам'яні матеріали, що не утворюють іскор у разі удару об них різних предметів.

Для виготовлення *кислотостійкої підлоги* використовують рідке скло й кремнефтористий натрій. Наповнювачі, пісок і щебінь, повинні бути кислотостійкими, наприклад, щебінь – з діабазу, граніту й подібних природних матеріалів. Для покриттів із *жаротривкого бетону* заповнювачі (пісок і щебінь) виготовляють шляхом подрібнення вогнетривких шамотних і магнезитових матеріалів.

Металоцементні покриття застосовують на виробництвах, де передбачено рух по цеху транспорту на гусеничному ході або візків на металевих колесах. Для таких покриттів у пропорції 1:1 (цемент – сталева стружка) суміш зазвичай готують на стружці з легованої сталі, яку легше подрібнити. Покриття повинне бути двошаровим. Нижній шар завтовшки 15...20 мм укладають із цементно-піщаного розчину в пропорції 1:2 (цемент – пісок), його ущільнюють і розрівнюють, але не загладжують. До початку зчеплення цементу на цей прошарок наносять шар металоцементної стяжки, який ущільнюють і загладжують.

Асфальтобетонні покриття використовують на виробництвах, де передбачено постійний рух людей і транспорту (на гумових шинах). Крім того, покриття повинно бути ізольованим від вологої основи. Покриття виготовляють на гарячій суміші, що складається з бітуму, піску й мінеральних наповнювачів. Добре перемішану суміш при температурі 160...180 °С укладають смугами завширшки 1,5...2 м по маякових рейках, розрівнюючи й ущільнюючи віброкотками.

Полімерцементобетонні покриття використовують у приміщеннях з підвищеними вимогами щодо чистоти й безпилловості приміщення, але з інтенсивним рухом людей та автокарів. Суміш для такого покриття виготовляють на комплексному в'язучому – портландцементі й пластифікованій полівінілацетатній дисперсії. Основу покриття ґрунтують водним розчином полівінілацетатної дисперсії у пропорції 1:6. Укладають суміш смугами, ущільнюючи її віброрейками. Після завершення ущільнення суміш вирівнюють і загладжують металевими гладилами. Готове покриття натирають мастиками.

8.3 Механізація улаштування монолітних підлог

Під час улаштування цементно-піщаних та бетонних стяжок, бетонних і мозаїчних підлог для подавання та нанесення готових жорстких цементно-бетонних сумішей (осідання конуса 3 ... 5 см) використовують машини-пневмо-нагнітачі.

Для вирівнювання, ущільнення та попереднього загладжування стяжок і підлог застосовують електромеханічні поверхневі вібратори – віброрейки та майданчикові вібратори (у разі малих обсягів робіт), які рухають по ущільнюваній поверхні за допомогою гнучких тяг.

Для загладжування й залізнення бетонних і цементно-піщаних підлог використовують універсальну машину. Під час улаштування та оброблення монолітних бетонних підлог методом вакуумування застосовують вакуумний комплекс. Попередньо обробляють (обдирають) бетонні підлоги за допомогою фрезерних машин, потім начисто шліфують поверхню підлоги мозаїчно-шліфувальними машинами: ручними (якщо обсяги робіт невеликі) і самохідними (якщо обсяги робіт великі). Для очищення обробленої мозаїчно-шліфувальними машинами поверхні використовують шламоприбиральну машину.

Для влаштування наливних підлог застосовують пересувні станції.

Віброрейки можуть бути однотипними за конструкцією, максимально уніфікованими й різнитися за шириною оброблюваної смуги (1,5; 3,0 і 4,0 м), габаритами, масою і продуктивністю. За їхньою допомогою опрацюють шар бетонної суміші на глибину до 150 мм, вони оснащуються однаковими мотор-вібраторами потужністю 0,25 кВт і регулюються змушуваною силою 2...5,6 кН.

Кожна віброрейка складається з двох паралельних алюмінієвих Z-подібних пустотілих робочих профілів (4), мотор-вібратора (5) з регульованим статичним моментом дебалансів, пускової електроапаратури та пристроя для управління. Робочі профілі, що передають коливання від мотор-вібратора безпосередньо бетону, ущільнюють бетонну суміш і жорстко пов'язані між

собою стяжками (7) і основою (6), на якій кріпиться мотор-вібратор. Для забезпечення жорсткості робочі профілі мають спеціальний поперечний переріз. Для запобігання їхнього прогинання під час установлення на напрямні і в процесі роботи передбачено використання спеціального натягача. Для перенесення віброрейки на кінцях робочих профілів закріплені скоби, до яких за допомогою карабінів кріпляться троси-тяги (2) з обгумованим руків'ям управління (3). Руків'я управління кріпляться до тяг через гумові втулки, що забезпечує захист обслуговувального персоналу від вібрацій. Віброрейки підключаються до трифазної електричної мережі змінного струму напругою 380 В, частотою 50 Гц за допомогою гнучкого кабелю (рис. 8.4).

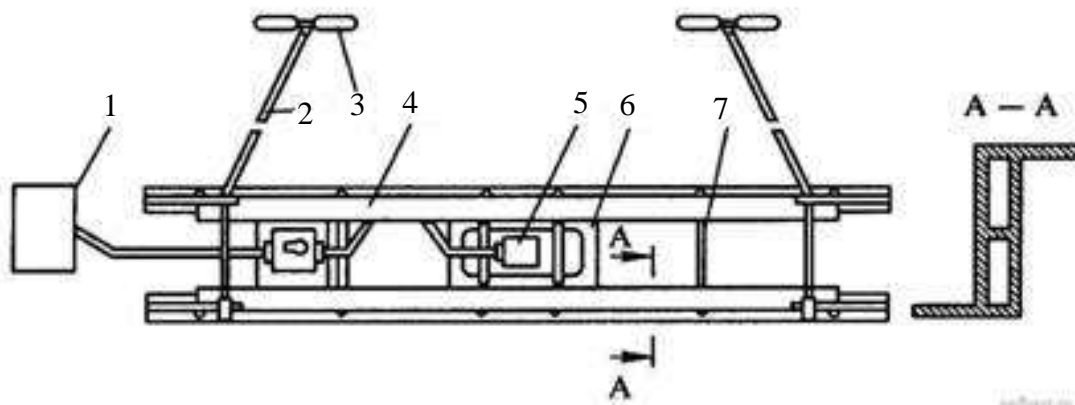


Рисунок 8.4 – Схема віброрейки

До комплекту електроустаткування віброрейок входять знижуючий трансформатор із захисною вимкнуною апаратурою, розміщеною в спеціальній пересувній шафі (1), і пакетний вимикач, установлений безпосередньо на віброрейці. Під час роботи віброрейку переміщують зі швидкістю 0,5...1,0 м/хв по крайках суміжних смуг укладеної бетонної суміші (розчину) або по напрямних (маякових) рейках. Швидкість переміщення обирають виходячи з того, що час вібрації малої товщини шару ущільнюваної суміші має бути мінімальним, щоб уникнути її розшаровування й осідання великого заповнювача.

Машини для оброблення поверхонь бетонних і цементно-піщаних підлог. Остаточну поверхню підлог обробляють після ущільнення суміші віброрейками за допомогою універсальних заглажувальних машин, укомплектованих затирними дисками для попереднього (грубого) заглажування й лопатями для остаточного (чистового) заглажування поверхні підлоги.

Універсальна заглажувальна машина укомплектована чавунним диском діаметром 880 мм для попереднього заглажування й залізнення бетонних і цементних підлог і лопатевим робочим пристроєм діаметром 800 мм для чистового оброблення підлоги з чотирма (трьома) металевими заглажувальними лопатями (11), розташованими в одній площині під кутом 90° (120°) один до одного. Лопатевий робочий пристрій кріпиться на вихідному валу черв'ячного редуктора (5) приводу і складається з планшайби (8), у напрямних втулках якої встановлено осі з лопатетримачем і заглажувальними лопатями, і

механізму регулювання кута нахилу лопатей, що забезпечує поступове змінювання кута нахилу лопатей до загладжувальної поверхні при роботі в межах від 0 до 10°.

За необхідності диск за допомогою лопатетримачів закріплюють на лопатному робочому пристрої, який перетворюється в дисковий. Привід робочого пристрою складається з двошвидкісного електродвигуна (3), клинопасової передачі (4) і черв'ячного редуктора (5). Двошвидкісний електродвигун забезпечує обертання дискового робочого пристрою з частотою 1 с і лопатевого з частотою 2 с. Робочий пристрій має захисну огорожу (2).

Для пересування машини оператор використовує складний держак (6) (складається в транспортному положенні) з двома ручниками управління (9), регульована по висоті. На верхній частині держака встановлені механізм управління приводом і електропускова апаратура (7), що складається з пакетного перемикача, пускача, мікроперемикача та захисного вимикального пристрою.

Механізм управління приводом складається з ручної педалі (10), шарнірно встановленої на правому ручнику й з'єднаної за допомогою троса з натискним важелем, що діє на мікрОВимикач, який в разі натискання на ручну педаль замикає ланцюг керування приводом, запускаючи електродвигун. Машину під'єднують до трифазної мережі змінного струму напругою 380 В, частотою 50 Гц через захисний вимикальний пристрій за допомогою кабелю та штепсельних роз'ємів (рис. 8.5).

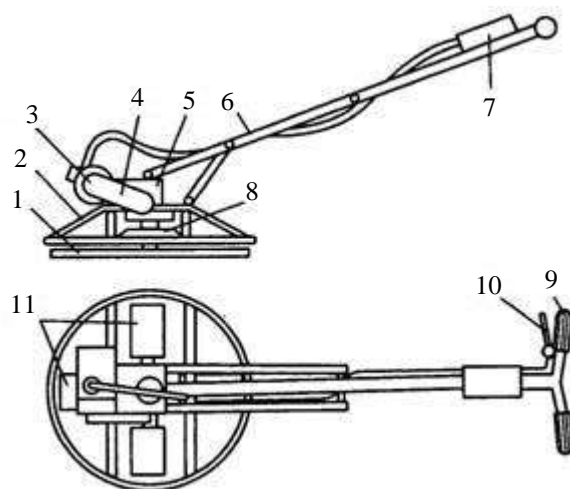


Рисунок 8.5 – Універсальна загладжувальна машина

Вакуумний комплекс призначений для влаштування монолітних бетонних підлог і їх оброблення методом вакуумування. Сутність вакуумування полягає у вилученні надлишкової води замішування в суміші з повітрям (водоповітряної суміші) з свіжоукладеного та віброущільненого шару бетону під впливом вакууму. Вилучена з бетону водоповітряна суміш захоплює частинки цементу, які заповнюють пори і скупчуються на поверхні. Це призводить до підвищення міцності вакуумованого бетону порівняно зі звичайним на 20...25 %, зменшення осідання та прискорення тверднення бетону, збільшення водонепроникності, морозо- й зносостійкості його поверхневого шару, а також

дає змогу приступити до остаточного оброблення поверхні підлоги заглажувальними машинами практично одразу після завершення процесу вакуумування.

До складу комплексу входять: набір віброрейок (1) різної довжини (1,5; 3,0; 4,5 м) з опорами й напрямними; вакуумний агрегат (4) з набором шлангів; відсмоктувальні мати (вакууммати) (2) різного розміру; дві заглажувальні машини (5) з набором дискових і лопатевих робочих пристроїв для чорнового та чистового оброблення поверхні підлоги; ванна (6) для промивання фільтрувально-дренажного шару вакуумматів; комплект шлангів (3) і з'єднувальні пристрої для з'єднання вакуум-агрегату з вакуумматами під час роботи; пересувна шафа управління; контейнер для зберігання й перевезення обладнання (рис. 8.6).

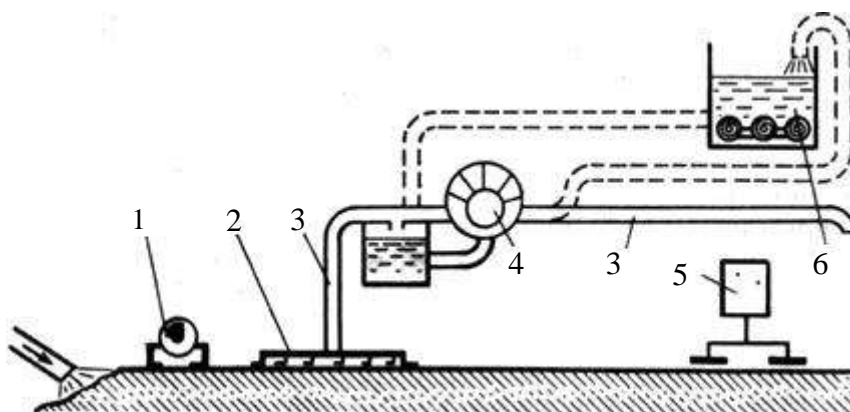


Рисунок 8.6 – Вакуумний комплекс для влаштування монолітних бетонних підлог

Технологічний процес улаштування чистих бетонних підлог із застосуванням вакуумного комплексу здійснюється за допомогою окремих і повторюваних циклів, що включають такі послідовно виконувані й взаємопов'язані операції:

- підготування поверхні основи підлоги;
- приймання та укладання бетонної суміші з осіданням конуса 9...11 см;
- ущільнення бетонної маси і вирівнювання поверхні підлоги віброрейками;
- вакуумування укладеної бетонної суміші за допомогою вакуумагрегата;
- остаточне оброблення поверхні підлоги універсальними заглажувальними машинами.

Вакуум-агрегат змонтований на одноосьовому двоколісному візку та складається з водокільцевого вакуумного насоса з приводним електродвигуном для розрідження (не менше 0,095 МПа) і відсмоктування водоповітряної суміші з укладеного шару бетону, водяного бака із всмоктувальної та нагнітальної камер, швидкокорознімних перехідників для під'єднання відсмоктувального та зливного рукавів і пульта управління.

Вакууммат виконаний у вигляді еластичного килима, який накладається перед вакуумуванням на ущільнену бетонну поверхню. Він складається з двох шарів – нижнього – фільтрувального, через чарунки якого вода рівномірно

відсмоктується з бетону, і верхнього – герметизувального з водонепроникної тканини для ізоляції вакууму від атмосфери. У середню частину герметизувального шару вбудований колектор для збирання відсмоктуваної води з патрубком для приєднання відсмоктувального рукава вакуумагрегата.

Вакуумування проводять у разі розрідження до 0,07...0,08 МПа. Тривалість процесу вакуумування залежить від товщини оброблюваного шару бетону, тобто на 1 см товщини шару затрачається приблизно 1...1,5 хв. Процес вакуумування вважається закінченим, якщо припиняється рух води через прозору ділянку трубопроводу, а бетон набере міцності приблизно 0,2...0,3 МПа. Жорсткість суміші після вакуумування – 30...40 с. Через 3...4 год після вакуумування готова поверхня затирається і загладжується машинами залежно від товщини шару, температури навколишнього середовища тощо.

Вакуумний комплекс підмикають до мережі змінного струму з глухозаземленою нейтраллю напругою 380 В і частотою 50 Гц.

Продуктивність комплексу – 340...360 м²/змін у разі укладання підлоги до 200 мм завтовшки. Комплекс обслуговує спеціалізована бригада з 6 осіб. Маса комплексу – 440 кг.

Технічна продуктивність комплексу (м²/год)

$$P_m = \frac{A}{T_c}, \quad (8.1)$$

де A – загальна площа обробленої поверхні, м²;

T_c – сумарний час роботи віброрейки, вакуум-агрегату й двох заглажувальних машин, год.

Технологічний процес оброблення бетонних і мозаїчно-террацевих покриттів для підлог включає обдирання, чистове шліфування та полірування оброблюваної поверхні. Механізоване оброблення поверхні мозаїчно-террацевих і бетонних покриттів підлог виконують за допомогою ручних і самохідних мозаїчно-шліфувальних машин.

Ручні мозаїчно-шліфувальні машини призначені для шліфування поверхонь монолітних бетонних і мозаїчно-террацевих підлог. Конструкції цих машин відрізняються мало.

Мозаїчно-шліфувальна машина може працювати як з абразивними сегментами, так і з діамантовими фрезами. Машина складається зі шліфувальної головки (1) з двома протиобертовими траверсами, двох змінних пригрузів (2), електродвигуна (3) з захистом від перевантажень і коротких замикань, механізму пуску під навантаженням (4), електрообладнання (5), ручника управління (6) і опорної осі з двома обгумованими колесами (7) (див. рис. 8.7, а).

Як робочі пристрої машини використовують протиобертові планшайби (9), на кожній з яких у тримачах встановлено по три абразивні сегменти (13) або діамантові фрези для шліфування оброблюваної поверхні. Абразиви встановлені в тримачах і утримуються за допомогою пружин. Кожна планшайба кріпиться через плоский гумовий амортизатор до відповідної траверси (10). Амортизатори забезпечують рівномірний натиск на кожен

абразивний сегмент, їх рівномірне зношування і самоустановлення по оброблюваній поверхні, а також плавку роботу машини.

Обертання траверсів передається від електродвигуна (3) через зубчастий редуктор (12) в різні боки, що забезпечує прямолінійний поступальний рух машини. До корпусу редуктора за допомогою осі й кронштейнів кріпиться вузол керування (6) і ходовий пристрій з двома обгумованими колесами.

Робочий пристрій може переміщуватися в пазах кронштейнів щодо ходового пристрою вертикально вниз відповідно до того, як буде відбуватися зношування абразивів. Робочий пристрій захищений кожухом (8), який постійно дотикається до оброблюваної поверхні. На рамі ходового пристрою закріплений пластмасовий бак місткістю 20 л, вода з якого подається в зону оброблення через шланг (11) і кран з ручним керуванням. Електродвигун запускається і зупиняється за допомогою пакетного вимикача з посиленням електрозахистом (рис. 8.7, б). Електробезпека машини забезпечується захисним вимикаючим пристроєм. Машини підключаються до трифазної мережі змінного струму напругою 380 В, частотою 50 Гц за допомогою гнучкого кабелю.

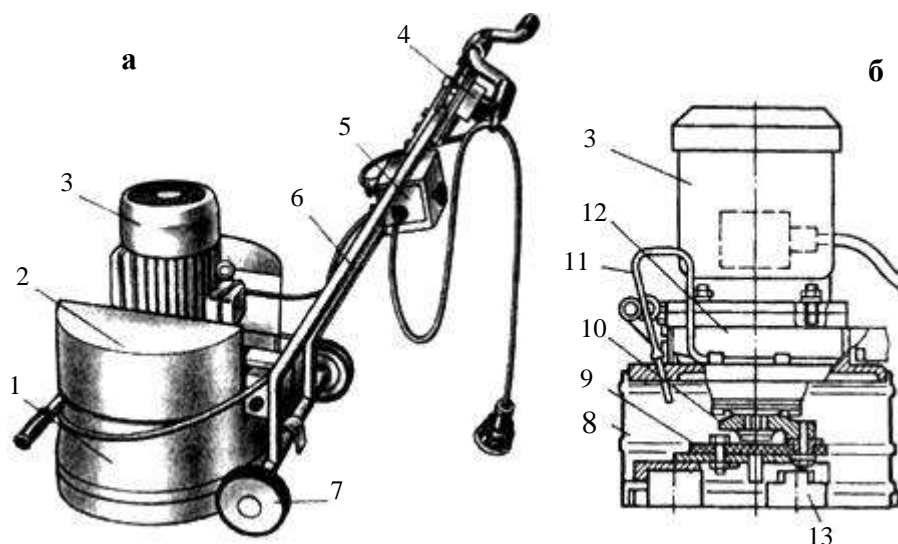


Рисунок 8.7 – Ручна мозаїчно-шліфувальна машина: а – загальний вигляд; б – шліфувальна головка

Самохідні мозаїчно-шліфувальні машини призначені для виконання середніх і великих обсягів робіт. Їх випускають дрібними партіями, й вони характеризуються великою різноманітністю конструктивних рішень.

Поширення набули самохідні мозаїчно-шліфувальні машини і агрегати із спеціальними шасі з індивідуальним гідравлічним і електричним приводом ходових коліс, здатних забезпечити отримання й безступінчасте регулювання «повзких» робочих швидкостей пересування в діапазоні 1...10 м/хв, за яких досягається висока якість оброблення поверхні підлоги в разі мінімальної кількості проходів машини по одній ділянці. Машини обладнуються двома або трьома шліфувальними головками з індивідуальним електричним приводом, оснащеними абразивним або діамантовим інструментом. Шліфувальні головки можуть бути уніфіковані з серійними ручними шліфувальними машинами.

Головки підіймаються і опускаються за допомогою гідравлічного або електро-механічного підйомного механізму. Вода в зону шліфування підводиться або від водяної магістралі через рукав з регульовальним краном, або від водяного бака, установленого на машині.

Самохідна мозаїчно-шліфувальна машина складається з двох шліфувальних головок (6), ходового візка (2), механізму (10) піднімання головок з траверсою (7), пускозахистної апаратури й пульта керування.

Шліфувальні головки, уніфіковані з головкою ручної шліфувальної машини, кріпляться до ходового візка за допомогою осей (3) і кронштейнів (4). Пази в кронштейнах дають змогу шліфувальним головкам до того, як буде зношуватися абразивний інструмент, опускатися відносно ходового візка. Ходовий візок має два ведучих колеса (1) з відокремлювальним приводом, опорне (12) і поворотне (рояльне) (11) колеса. Привід кожного колеса включає електродвигун, черв'ячний редуктор, ланцюгову передачу й кулачкову муфту для відмикання приводу під час перекочування машини вручну. Механізм (10) піднімання-опускання шліфувальних головок у разі переведення їх у робоче й транспортне положення вбудований у корпус ходового візка і складається з електродвигуна, клинопасової передачі, черв'ячного редуктора й кулачкової муфти для відмикання приводу механізму в разі підймання шліфувальних головок вручну (рис. 8.8).

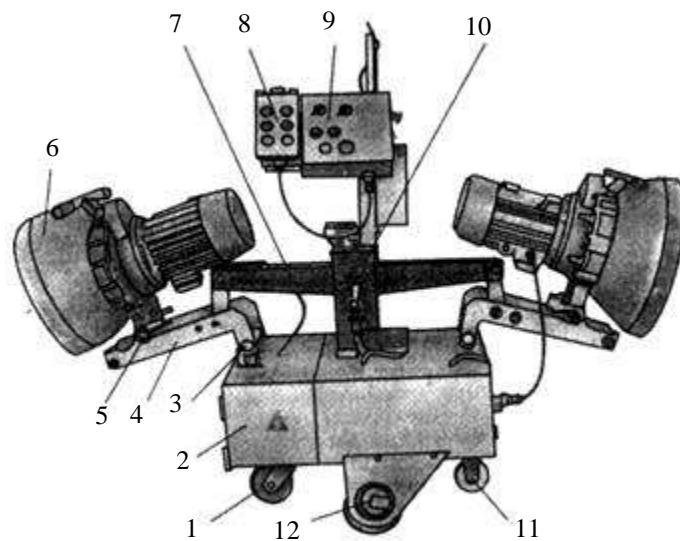


Рисунок 8.8 – Самохідна мозаїчно-шліфувальна машина

За крайніх положень головок під час підймання й опускання привід вимикається за допомогою мікровимикачів. Вода в зону шліфування подається від водопровідної магістралі, а її витрати регулюються краном. У разі невеликих обсягів робіт кожна з головок може бути знята з машини і після дообладнання ручниками серійних ручних машин трансформуватимуться в ручну шліфувальну машину. Самохідна шліфувальна машина забезпечує ширину шліфування 600 мм, продуктивність при затиранні – 80 м²/год, при шліфуванні – 90 м²/год (180 м²/год з діамантовими дисками) і рухається під час

шліфування зі швидкістю 9,1 м/хв. Установлена потужність двигунів машини – 12,3 кВт. За допомогою виносного пульта (8) здійснюється дистанційне керування машиною.

Пересувні станції для влаштування наливних покриттів підлог. У сучасному будівництві процес улаштування наливних полівінілацетатних підлог комплексно механізований унаслідок застосування високопродуктивних пересувних механізованих станцій, укомплектованих взаємно пов'язаними за продуктивністю машинами й механізмами для приготування (перероблення), подавання й нанесення мастикових сумішей, засобами механізації для підготування основи підлоги, а також приладами й пристосуваннями для контролю якості виконуваних робіт. Пересувні станції зазвичай комплектуються будівельно-оздоблювальними машинами й механізмами, що випускають серійно.

На рисунку 8.9 подано схему рухомої станції для влаштування наливних полівінілацетатних підлог і приготування полівінілацетатних сумішей вирівнювального шару з вивантаженням їх у транспортну ємність. Технологічне обладнання станції розміщене в металевому кузові (3) причепа й забезпечує виконання комплексу технологічних операцій: підготування основи підлоги, подавання вихідних сипких і рідких компонентів мастикових сумішей на станцію і їхнє дозування; приготування мастикових сумішей, їхнє транспортування й нанесення на підготовлену основу підлоги. Під час підготування основи підлоги її поверхню очищують від сміття й пилу підмітальною машиною (11), а механізоване шліфування полімерацетатної шпаклівки здійснюють за допомогою ручної шліфувальної машини (10).

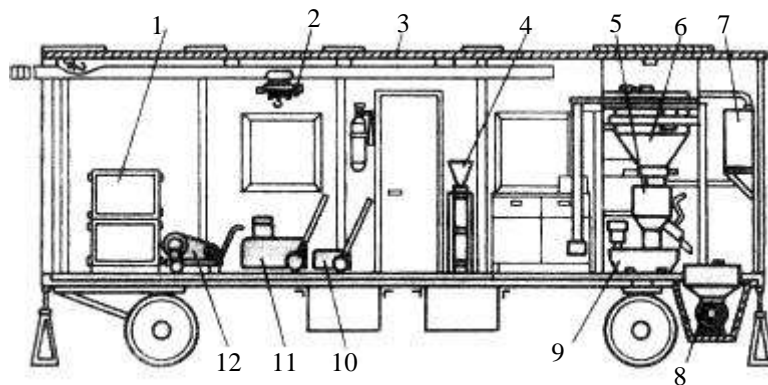


Рисунок 8.9 – Станція для влаштування наливних полівінілацетатних підлог

Сипкі компоненти (пісок, маршалит) з приймальних ємностей подаються до вагового дозатора (6) пневмонагнітачами, які обслуговуються компресором (12) і можуть бути розміщені в кузові станції або поруч з нею. Робота дозатора сипких матеріалів і пневмонагнітачів зблокована так, що в разі досягнення заданої маси поданого в дозатор матеріалу пневмонагнітачі автоматично відмикаються. Розвантажувальний лоток дозатора сипких матеріалів підведений до завантажувального отвору турбулентного розчинозмішувача (5) з об'ємом готового замісу 80 л. Наповнення приймальної ємності, подавання й

дозування ПВА-емульсії або полістирольного латексу забезпечуються насосом-дозатором. Віддозовані ПВА-емульсією або латекс по трубопроводу подаються в дозувальну ємність (7) або безпосередньо в розчинозмішувач.

Для дозування та подрібнення фарбувальних пігментів використовують ваги і жорнова фарботерки (4). Готові порції пігменту завантажують у змішувач вручну. Воду в змішувач подають з дозувальної ємності. Приготовану в розчинозмішувачі мастикову суміш вивантажують на вібросито (9) і після проціджування вона надходить у прийомний бункер гвинтового насоса (8). Насосом мастикові суміші подаються по трубопроводу до місця виконання робіт, де наносяться на поверхню за допомогою пневматичної вудки, що живиться стисненим повітрям від другого компресора.

Станція обладнана електричним талем (2) для навантаження контейнерів із напівфабрикатами, навантаження-розвантаження пересувних машин, що належать до комплекту технологічного обладнання станції.

Електрообладнання станції складається з електрошафи (1), пультів управління, електродвигунів, нагрівачів для обігріву станції в зимовий період і світильників. Воно живиться від мережі змінного струму з напругою 380 В і частотою 50 Гц. Станція обслуговується одним оператором.

Змінна експлуатаційна продуктивність ($\text{м}^2/\text{змін}$) пересувної станції

$$P_{e.c} = \frac{P_{e.h} \cdot T_{зм} \cdot K_B \cdot 1000}{h}, \quad (8.2)$$

де $P_{e.h}$ – годинна експлуатаційна продуктивність гвинтового насоса за обсягом видаваної мастики, $\text{м}^3/\text{год}$;

$T_{зм}$ – тривалість зміни, год;

$K_B = 0,4 \dots 0,5$ – коефіцієнт використання станції за часом;

h – товщина наливної шару, мм.

Продуктивність станції в разі одношарового покриття – $500 \text{ м}^2/\text{змін}$, дальність подавання мастикових сумішей по горизонталі – 60 м, по вертикалі – 30 м, встановлена потужність – 40 кВт.

Лекція 9 МЕХАНІЗАЦІЯ РОБІТ ПІД ЧАС РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД

9.1 Загальні положення

Реконструкція житлових будівель старої споруди передбачає досить широкий діапазон можливих заходів – знесення, модернізацію, вбудовування, забудовування і надбудовування кількох поверхів. Важлива роль у цьому разі належить забезпеченню заданого рівня капітальності й довговічності всіх обсягів, призначених для реконструкції будівлі. Доцільність реконструкції обумовлюється багатьма факторами, зокрема: архітектурна значущість об'єкта, комфортність його розташування в кварталі забудови, розташування будівлі в інфраструктурі міста (центр, ділова частина, екологічно чистий район, промисловий, передмістя), віддаленість від міських транспортних засобів, наявність інфраструктури тощо. Ці фактори становлять елементи попереднього оцінювання будівлі. На цьому етапі вирішують загальні питання: залишити об'єкт реконструкції в житловому фонді або перепрофілювати його в адміністративну, офісну, складську чи торговельну будівлю.

9.2 Розбирання та ліквідація будівель і споруд

Знесення будинків, споруд та їхніх фундаментів. Будинки зносять шляхом поділу їх на частини (для подальшого демонтажу) або обвалення механічним чи вибуховим способом. Дерев'яні будови розбирають, відбираючи якісні елементи для подальшого використання.

Під час поділу будови збірні залізобетонні конструкції розбирають за схемою знесення, протилежної до схеми монтажу. Перед початком вилучення елемент звільняють від зв'язків. Під час розбирання кожен відокремлюваний збірний елемент потрібно попередньо розкріпити і надати йому стійкого положення.

Монолітні й металеві складники будови розбирають за спеціально розробленою схемою знесення, що забезпечує стійкість усієї будівлі. Поділ на блоки починають із розкриття арматури. Потім блок розкріплюють, після чого ріжуть арматуру й руйнують блок відбійними молотками на дрібні частини. Металеві елементи зрізують після розкріплення. Максимальна маса залізобетонного блока розбирання або металевих елементів не повинна перевищувати половини вантажопідйомності крана при найбільшому вильоті стріли.

Поелементне розбирання будівель повинне відповідати екологічним вимогам. Його виконують набагато повільніше, до того ж забезпечується вихід конструкцій, придатних для вторинного використання.

Обвалювальні екскаватори з різним почіпним обладнанням – куля-молотами, клин-молотами, відбійними молотками використовують для знесення найрізноманітніших будівель і споруд, зокрема всіх кам'яних. Уламки будівель зрушують убік бульдозерами або завантажують в транспортні засоби для видалення з майданчика. Вертикальні частини будов для запобігання

розкидування уламків по території майданчика потрібно обвалювати всередину. Іноді обвалювання здійснюють також і вибуховим способом.

Вибуховий спосіб дає змогу досить швидко звільнити територію від наслідків вибуху, до того ж як вторинна сировина можуть використовуватися не більше як 30 % колишніх будівельних матеріалів. Крім цього, до вибуху необхідно підготувати всі будівлі, які зносять, а не їхню частину, необхідно також здійснити заходи щодо ізоляції прилеглих житлових будинків від впливу вибуху. Розбирання завалів після обвалення конструкцій – складна й трудомістка робота.

Від'єднання або перенесення з будівельного майданчика наявних інженерних мереж – важливий і обов'язковий елемент її підготування. Інколи на підготовлюваному будівельному майданчику розташовують не тільки локальні, а й магістральні мережі електропостачання, водопроводу, фекальної й зливової каналізації, газопроводу, тепломережі, телефонізації та телебачення. У такому разі до початку будівництва ці мережі потрібно винести з території забудови й прокласти за межами майданчика, щоб забезпечити безперебійне функціонування магістральних мереж.

9.3 Вбудовані системи під час реконструкції будівель

Використання вбудованих будівельних систем є одним з методів підвищення надійності, довговічності й капітальності будівлі.

Вбудовану систему виконують у збірному, монолітному й збірно-монолітному варіантах. Головною розпізнавальною особливістю вбудованої системи є те, що у ній є самостійні фундаменти, тому вона може сприймати всі технологічні й експлуатаційні навантаження, частково або повністю звільняючи від них стінні огорожувальні конструкції. Це дозволяє здійснити надбудову будівлі незалежно від несучої здатності старих фундаментів і стінного огороження, значно скоротити обсяги робіт щодо зміцнення основи, посилення наявних фундаментів і стін.

Використання вбудованих систем дає змогу раціональніше спланувати приміщення, забезпечити в них комфортне проживання, застосувати новітні матеріали й конструкції, здійснити реконструкцію, використавши сучасні технології будівництва, оснащення й необхідні засоби механізації. Важливо правильно спроектувати будівлю, що реконструюється в обмежених умовах міської забудови, обравши не тільки сучасні конструкції, але й раціональні технології виконання робіт.

Вбудовані системи із збірних залізобетонних конструкцій. Для реалізації методу вбудованого монтажу зазвичай використовують будівлі, що в плані мають прямокутну або подібну до неї форму. Обстежуючи будівлю, оцінюють її конструкції і визначають, які необхідно конструктивні схеми з повним і неповним вбудованим каркасом використати. Повний вбудований каркас сприяє зменшенню навантаження огорожувальних стін, що створює передумови для виконання робіт з реконструкції не тільки з повним переплануванням, але й з надбудовою декількох поверхів. У разі використання неповного каркаса,

коли навантаження від нього частково передається на зовнішні стіни, можливість надбудови обмежується несучою здатністю фундаментів і зовнішніх стін.

Технологія вбудованого монтажу передбачає повний демонтаж перекриттів, перегородок та інших елементів, залишаючи тільки зовнішні несучі стіни і, що рідше, стіни сходових кліток. Захваткою вважають окрему секцію будівлі.

У разі потокового методу зведення вбудованого неповного каркаса (зовнішні повздовжні стіни зазнають навантаження від каркаса) доцільно використовувати чотири самостійних потоки:

- улаштування фундаментів під середній повздовжній ряд колон;
- підготування опор під ригелі в зовнішніх цегляних стінах;
- монтаж колон, ригелів, стінок жорсткості й плит перекриттів;
- монтаж санітарно-технічних кабін, вентиляційних блоків, сходових маршів і майданчиків, стін ліфтових шахт.

У разі використання повного каркаса з надбудовою будівлі для організації робіт можна обрати ті самі чотири монтажних потоки. Якщо ж навантаження від надбудованих поверхів збільшиться, потрібно улаштувати монолітну фундаментну плиту під всім будинком з підколонниками, під трьома рядами колон або змонтувати фундаменти стаканного типу під всі колони.

Збірно-монолітні вбудовані системи. Для реконструйованих будівель прямокутної форми з ослабленими зовнішніми несучими стінами може бути застосована вбудована система, що включає монолітні внутрішні повздовжні й поперечні несучі стіни та збірні перекриття з попередньо напруженого багатопустотного настилу. Довгомірні настили перекриттів сприяють зменшенню питомих витрат матеріалів і створенню вільних планувальних обсягів значних розмірів.

Система додатково передбачає наявність збірних елементів сходових кліток, ліфтів, санітарно-технічних кабін, інших вбудованих елементів і монолітні пристінкові діафрагми торчачих елементів будівель.

Монолітні вбудовані системи. Монолітні вбудовані системи гнучкіші за збірні і можуть бути рекомендовані для будівель криволінійної і складної форми з різною висотою поверху.

Якщо в реконструйованій без надбудови будівлі зберігається стара розрахункова схема, то вбудований монолітний каркас становить собою дво- і трипрогонну систему з проміжними опорами у вигляді колон або стінних елементів з обпиранням зведених монолітних перекриттів на зовнішні стіни. У разі надбудови будівель декількома поверхами необхідно влаштовувати самостійні фундаменти під всю вбудовувану систему, у такому разі зовнішні стіни стають самонесучими та огорожувальними.

Перевагами монолітного варіанта є:

- зменшення витрат матеріалів унаслідок повнішого використання нерозрізних систем;
- відсутність стикових з'єднань;

- висока гнучкість об'ємно-планувальних рішень будівель;
- механізація робіт без застосування самохідних та баштових кранів;
- об'ємно-планувальне рішення будівлі не є базовим у разі прийняття рішення про його реконструкцію.

Широке впровадження в практику будівництва сучасних опалубних систем дало змогу значно скоротити трудовитрати на всі процеси комплексного бетонування.

9.4 Особливості заміни збірних конструкцій

Процесам установа нових конструкцій передують або супроводжують заміна наявних. Конструкції замінюють за допомогою роздільного методу, якщо на окремій захватці чи всій будівлі спочатку демонтують всі замінені конструкції. Потім на їхнє місце встановлюють нові. Суміщений метод передбачає послідовне виконання демонтажу та монтажу конструкцій в єдиному потоці за допомогою єдиного комплексу будівельних машин. Фронт робіт у разі такої організації скорочується до розмірів однієї або кількох чарунок при дотриманні міцності, жорсткості та стійкості суміжних конструкцій. Демонтують конструкції поелементно або укрупненими блоками залежно від конструктивного рішення демонтованих споруд і технологічних можливостей використовуваних під час демонтажу кранів і засобів.

Заміну конструкцій покриття можна здійснювати за допомогою найрізноманітніших самохідних і баштових кранів залежно від конструктивного рішення будівлі, її об'ємно-планувального рішення та обґрунтування обраного варіанту застосовуваної механізації.

Під час демонтажу елементів покриття необхідно вжити заходи захисту від падіння вниз матеріалів розбирання, загоряння окремих елементів покрівлі в разі вогневого різання несучих конструкцій. Якщо під час видалення окремого елемента порушуються статично стійка рівновага, небезпечні з погляду обвалення конструкції необхідно посилити, розкріпити або підвісити за допомогою строп до гака крана.

Замінювання колон. Щоб замінити покриття, не розбираючи його, необхідно спочатку вивісити його конструкції, тобто забезпечити передавання навантаження з колон на інші допоміжні елементи. Вивішування можна здійснити шляхом встановлення тимчасових стійок-опор під вузли кроквових конструкцій. Вузли обпирання металевих конструкцій на тимчасові стійки необхідно посилити.

Під час демонтажу колони її спочатку від'єднують від фундаменту за допомогою зрізання, зрубування, зняття гайок. Сам демонтаж можна виконувати за допомогою повороту навколо шарніра із застосуванням поліспасти й тягнучої лебідки.

Метод насування на старі опори. Метод замінування окремих споруд загалом становить собою пересування (зрушення з фундаменту) старої й насування на її місце нової споруди, що дає змогу значно скоротити зупинний період на підприємстві. Можливі два варіанти пересування – тягнучий – за

допомогою лебідок і системи поліспастів і штовхальний – за допомогою електричних або гідравлічних домкратів.

Перевагою тягнучого способу є безперервність руху об'єкта пересування, перевагою іншого способу – простота й компактність використовуваних пристроїв, що дуже важливо за обмежених умов реконструкції об'єкта. Пересування здійснюють по рейкових багатонитчастих шляхах, по залізобетонній основі з укладеними сталевими пластинами та циліндричними сталевими котками діаметром 100...150 мм.

9.5 Підсилення конструкцій

Підсилення фундаментів. Підвищити несучу здатність фундаменту як одного з базових елементів будівель можна за допомогою декількох технологічних і конструктивних прийомів. Це обумовлюється необхідністю враховувати умови експлуатації будівлі, причини появи різних деформацій, незручні умови виконання робіт (рис. 9.1).

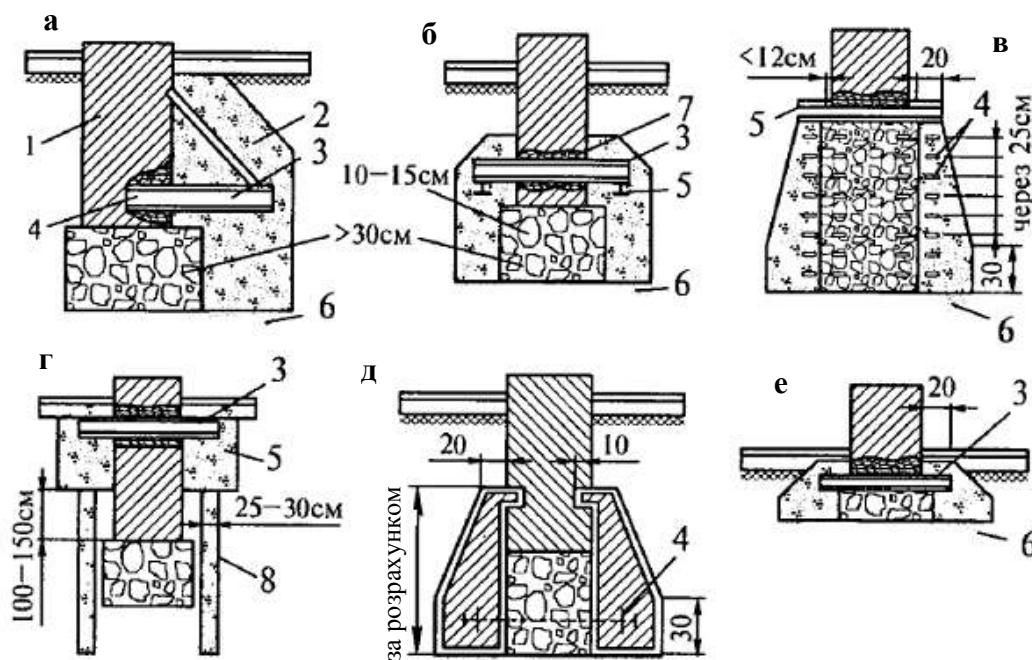


Рисунок 9.1 – Посилення стрічкових фундаментів монолітними обоймами:

а – однобічне посилення; б – двобічне посилення на значне навантаження; в – двобічне посилення в разі великої глибини закладення фундаментів; г – комбіноване посилення із влаштуванням буронабивних паль; д, е – розширення фундаментів із влаштуванням жорстких обойм; 1 – фундамент; 2 – обойма; 3 – балки; 4 – анкери; 5 – розвантажувальні балки; 6 – щебенева основа; 7 – закладення в наявну стіну; 8 – буронабивні палі

Зазвичай дефекти наявних фундаментів усувають і посилюють їх під час надбудови будинку за допомогою таких методів.

Мурування фундаментів посилюють за допомогою цементації в разі утворення пустот в тілі мурування й руйнування матеріалу фундаментів. Торкретування поверхневих шарів фундаменту сприяє відновленню монолітності мурування, підвищує водонепроникність фундаментів. У разі незначного

руйнування матеріалу фундаменту влаштовують металеву обойму без розширення фундаменту. Обойму виготовляють з куточків або арматурної сталі, забетоновуючи їх.

У разі збільшення навантаження на фундамент в процесі реконструкції будівлі та недостатності його несучої здатності влаштовують обойми, розширюючи підосви фундаментів.

Варіанти посилення та технологія виконання робіт залежать від конкретних умов будівельного майданчика, але в кожному разі в конструкції розширеного фундаменту передбачають спеціальні металеві балки для передавання частини навантаження від розташованих вищеповерхів на додаткові елементи фундаменту.

Підсилення фундаментів шляхом влаштування обойм з монолітного бетону є найбільш простим і надійним рішенням. Воно засноване на нарощуванні ширини фундаментів за допомогою монолітних залізобетонних конструкцій, на значному збільшенні площі опирання фундаментів на основу, що теж може бути посилена.

Загальну технологічну схему виконання робіт використовують для цегельних, бутових, бетонних і залізобетонних фундаментів, у ній передбачено таку черговість процесів:

- зниження рівня ґрунтових вод за їхньої наявності;
- вириття траншей з двох боків фундаменту;
- очищення поверхні фундаментів;
- пробивання отворів у фундаментній стіні для укладання розвантажувальних балок;
- армування розширеної частини фундаменту, створення єдиного армокаркаса;
- палублення;
- шарове укладання бетонної суміші з вібраційним ущільненням;
- догляд за бетоном з подальшим распалубленням конструкцій;
- гідроізоляційні роботи;
- зворотне засипання пазух і улаштування вимощення;
- контроль якості і приймання робіт.

У разі критичного зношування внутрішніх стін і перекриттів будівлі їх потрібно замінити, а також посилити фундаменти, змінивши їхні розрахункові схеми. Економічно доцільно використовувати комбіновану систему фундаментів – посилені фундаменти для самонесучих стін і монолітну залізобетонну плиту для вбудованих конструктивних елементів. Передавання навантаження на монолітну плиту ліквідує обмеження по висоті та кількості надбудованих поверхів.

Улаштування монолітної фундаментної плити передбачає повне розбирання всіх конструктивних елементів усередині будівлі, підготування й посилення основи, здійснення заходів щодо конструктивного об'єднання залишених чи підсилених фундаментів з фундаментною плитою з метою перерозподілу навантажень. Конструктивні рішення передбачають використан-

ня анкерних пристроїв у вигляді металевих консолей у фундаментах, які об'єднують з армокаркасами плит і замонолічують. У місцях розташування внутрішніх стін влаштовують додаткове стрічкове армування, одночасно бетонуючи всю фундаментну плиту.

Для посилення цегляного мурування стовпів і простінків застосовують традиційні технології, засновані на використанні металевих і залізобетонних обойм і каркасів, ін'єктуванні в тіло мурування полімерцементних та інших суспензій. Кам'яне мурування добре працює на стискаючі зусилля, тому найбільш ефективним способом його посилення є улаштування обойм. В обоймі мурування працює в умовах всебічного стиснення, як наслідок збільшується опір повздовжньої сили і значно зменшуються поперечні деформації.

Установлюючи сталеву обойму, щоб забезпечити її роботу, у щілини між сталевими елементами та муруванням ін'єктують розчин. Повної монолітності конструкції можна досягнути шляхом тинькування високоміцними цементно-піщаними розчинами з додаванням для більшої адгезії мурування та металоконструкцій пластифікаторів. Під час влаштування залізобетонної оболонки та товщини обойми до 4 см застосовують методи торкретування й пневмобетонування, для остаточного оброблення посиленої конструкції – улаштування штукатурного накривного шару.

Для підсилення залізобетонних колон, балок і перекриттів використовують додаткові елементи, які збільшують переріз конструкції, ступінь армування, у разі приєднання до каркасу додаткових опор змінюють розрахункові схеми.

Вільно розміщені залізобетонні колони посилюють шляхом використання залізобетонної обойми, металевих куточків і хомутів, сталевих обойм, окремих стрижнів, унаслідок чого збільшується перетин робочої арматури. Колони, які прилягають до зовнішніх і внутрішніх стін часто доводиться підсилювати. Базовою технологією в такому разі є влаштування залізобетонної оболонки. Таке рішення приймають, коли відшаровується захисний шар бетону. Крім того, поверхня зруйнована, є значні тріщини.

Під час виконання посилення необхідно ретельно очистити поверхню колони, зробити насічки, установити й приварити додатковий арматурний каркас, заповнити порожнину бетонною сумішшю. Більшого ефекту можна досягти в разі поярусного бетонування підсилюваної колони. У цьому разі торчакову опалубку монтують окремими ярусами. Після заповнення бетонною сумішшю порожнини першого ярусу нарощують торчаковий щит, і цикл повторюють.

Залежно від специфіки споруди посилення балкових конструкцій виконують декількома способами: нарощуванням арматури розтягнутої зони, посиленням балок знизу зі збільшенням ступеня армування і висоти перерізу, установленням залізобетонних обойм, улаштуванням шпренгельних систем і затяжок по нижньому поясу балок. Щоб збільшити несучу здатність балок, влаштовують залізобетонну обойму. На очищеній поверхні балки роблять насічки, за результатами аналізу підбирають оптимальний композиційний склад

суміші. Бетонування через спеціальні отвори в плиті виконують пошарово, обов'язково ущільнюючи його.

Заміна перекриттів. Під час реконструкції житлових будівель часто виникає потреба замінити наявні перекриття. У разі влаштування збірно-монолітних перекриттів зазвичай застосовують два основні варіанти незнімної опалубки: використовуючи як профільований настил опалубки і із застосуванням тонкостінних залізобетонних плит з арматурними випусками (рис. 9.2).

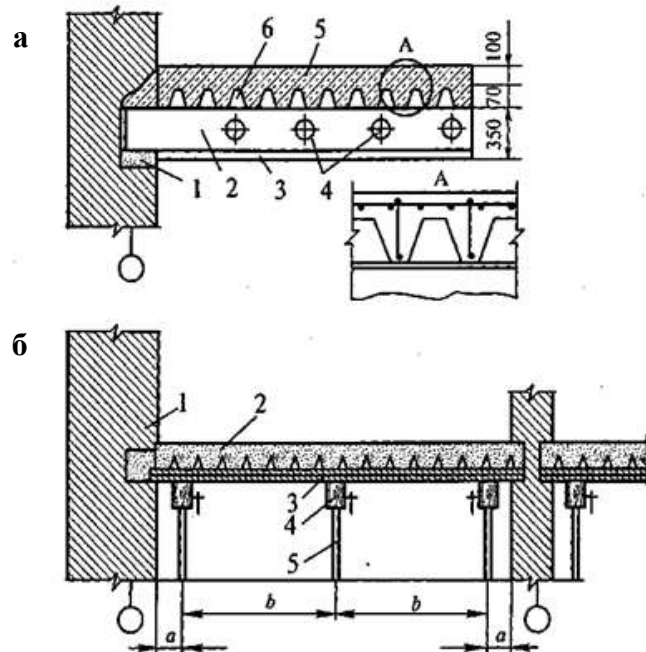


Рисунок 9.2 – Схеми зведення перекриттів в незнімній опалубці:

а – з використанням металевих балок та профнастилу: 1 – стіна; 2 – балка; 3 – підвісна стеля; 4 – технологічні отвори в перетині балки; 5 – монолітна залізобетонна плита; 6 – профнастил;
 б – з використанням залізобетонної незнімної опалубки: 1 – стіна; 2 – монолітний бетон; 3 – незнімна опалубка; 4 – розподільна балка; 5 – телескопічний стояк

У першому разі несучими елементами перекриттів є металеві балки, по верхньому поясу яких укладають сталевий профільований настил з товщиною листа 0,7...0,8 мм. При значних навантаженнях можливе влаштування додаткового армування у вигляді вертикальних каркасів і горизонтальних сіток.

Монолітні перекриття. Під час реконструкції будівель криволінійної і складної форми, коли застосування збірних конструкцій перекриттів пов'язане з використанням великої кількості добірних елементів і монолітних ділянок, рекомендовано використовувати монолітні перекриття. Ця рекомендація обумовлена на індустріальністю монолітних систем, адаптованих до різних технологічних умов, а також механізацією процесів транспортування, укладання й ущільнення бетонної суміші.

Комплексний технологічний процес влаштування монолітного перекриття включає підготувальні роботи з пробивання штраб, посилення або замінювання окремих ділянок мурування; палублення перекриття; армування стрижнями, арматурними каркасами та сітками; механізоване подавання й

укладання бетонної суміші; догляд за бетоном, контроль якості, а в зимовий період – дотримання режимів теплового оброблення; розпалублення.

Балкові перекриття успішно використовують під час однопрогонної та двопрогонної схем будівель, коли необхідно отримати достатньо великі перекривні площі.

Балкові перекриття влаштовують під час реконструкції, якщо несуча здатність цегляного мурування забезпечує сприйняття навантаження. Під час виконання палублення ретельно контролюють геометричні розміри й висотні позначки всіх балок на захватці.

Армування конструкцій виконують каркасами заводського виготовлення або окремими стрижнями. Контролюють проектне положення арматурного каркаса в опалубці, використовують різні фіксатори.

Конструктивно застосовують дві схеми палублення балочного перекриття – з використанням стояків і струбцин і підвісну систему (рис. 9.3). Балки більше ніж 0,8 м заввишки бетонують окремо від перекриття, у всіх інших випадках застосовують спільне бетонування з паралельним до балок напрямом. До густоармованих балок рекомендовано укласти литі та високопластичні бетонні суміші, обов'язково ущільнюючи їх вібраторами.

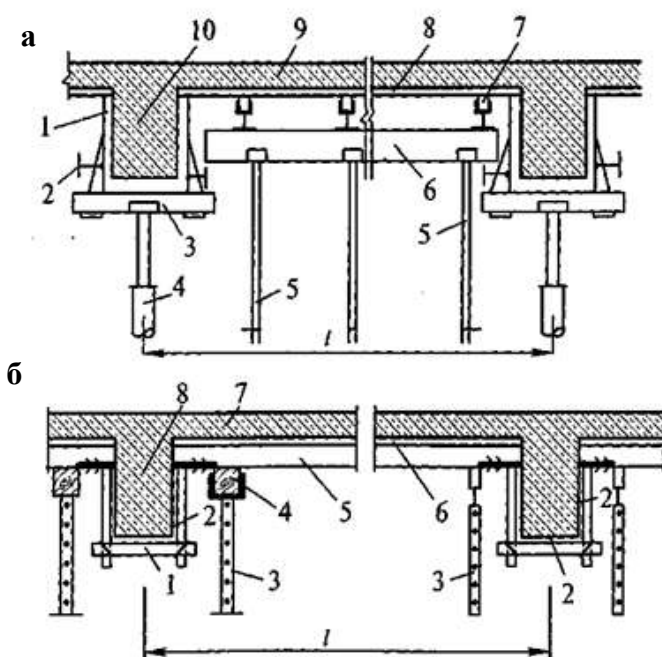


Рисунок 9.3 – Схеми опалубних систем для влаштування балкових перекриттів: а – з підтримувальними стояками: 1 – бічний щит балки; 2 – гвинтовий домкрат; 3 – балочна струбцина; 4 – телескопічна стійка; 5 – підтримувальні стояки; 6 – опорна балка; 7 – ригель; 8 – палуба з фанери; 9 – плита перекриття; 10 – балка перекриття; б – з використанням підвісної опалубки балок: 1 – хомут; 2 – опалубні щити; 3 – телескопічні стояки; 4 – розподільна балка; 5 – прогін; 6 – палуба з фанери; 7 – плита перекриття; 8 – балка перекриття

Технологія вбудованих монолітних систем без змінювання розрахункової схеми будівлі заснована на використанні неповного безбалкового каркаса з обпиранням перекриття на стіни. Для передавання навантаження на стіни в них

на рівні перекриття влаштовують заглибини (штраби) на товщину перекриття. Більш ефективно використати стіни та перекриття можна установивши в стіни анкери.

Найчастіше посилення перекриттів використовують під час реконструкції будівель. Посилення базується на підвищенні ступеня армування з одночасним збільшенням перерізу. Найефективнішим є методи улаштування додаткової балкової системи підсилювального перекриття та поверхневого нарощування шару залізобетону. У процесі влаштування додаткової балкової системи в плиті перекриття вирізають суцільні повздовжні штраби паралельно до розташування робочої арматури. Далі встановлюють підвісну опалубку, укладають арматурні каркаси балкової системи, додатково укладають арматурні сітки нарощуваного шару бетону. Перш ніж укласти бетонну суміш, необхідно насікти бетонну поверхню перекриття, а безпосередньо перед укладанням – змочити поверхню водою. Бетонувати потрібно без технологічних перерв, приділяючи особливу увагу вібраційному обробленню густоармованої діляни штрафів.

Під час підсилення перекриттів шляхом нарощування шару залізобетону необхідно забезпечити одночасність роботи старої армосистеми та арматурних сіток, які укладаються знову. Під час посилення перекриття можна збільшити його тепло- й звукоізоляцію. На заздалегідь підготовлену поверхню перекриття встановлюють і зварюють з наявним армуванням арматурні каркаси посилення, які з'єднують один із одним, утворюючи єдину просторову систему. Між арматурними каркасами укладають ізолювальний матеріал – плитовий пінополістирол, жорсткі мінеральні плити, інші матеріали. Їх укладають і приклеюють до основи так, щоб залишався вільний простір для бетонування ребра (із встановленою арматурою) нарощуваного перекриття. Ребра бетонують одночасно з нарощуванням перекриттям.

9.6 Засоби механізації в умовах реконструкції

Вибір ефективних засобів механізації в умовах реконструкції здійснюється на підставі:

- аналізу проектної документації та матеріалів обстеження об'єкта реконструкції;
- визначення варіантів виконання робіт, що різняться застосовуваними різновидами видів машин і механізмів;
- наявності парку будівельних машин, які можуть бути використані для виконання певних реконструктивних робіт.

В умовах реконструкції необхідно застосовувати мобільні засоби механізації, які швидко трансформуються з транспортного в робоче положення, що дає змогу під час робіт змінювати одне навісне обладнання на інше.

Під час вибору засобів механізації виокремлюють базові й допоміжні машини й механізми. Технічні можливості застосування вантажо-підіймальних машин і механізмів визначаються за масою монтажних (демонтажних) одиниць, висотою підйому гака й величиною монтажних зон.

Автомобільні крани застосовують під час навантажувально-розвантажувальних робіт, монтажу та подавання до місць виконання будівельних робіт

матеріалів, виробів, конструкцій і технологічного обладнання невеликої маси та обсягів.

Крани на спеціальному шасі автомобільного типу з гідравлічною телескопічною стрілою необхідно використовувати для подавання будівельних матеріалів, виробів та конструкцій в обмежені місця, під час монтажу конструкцій та обладнання прибудованих приміщень і споруд, а також під час виконання робіт в обмежених умовах.

Баштові крани використовують для подавання матеріалів і виробів усередину через попередньо влаштовані прорізи в огорожувальних конструкціях.

У разі монтажу конструкцій підйомачем з монорельсом через отвори будівлі (рис. 9.4) висоту підйому гака ($h_{кр}$) визначають за залежністю:

$$h_{кр} = H_{np} + h_k^1 + h_c^1 + h_y + b_1, \quad (9.1)$$

де H_{np} – відстань від рівня землі до зовнішнього краю нижнього бруса віконної коробки, встановленої в отворі, через який конструкції подають усередину будівлі, м;

h_k^1 – висота конструкції, що монтується, м;

h_c^1 – висота підвіски (строп), м;

h_y – висота пристрою для подавання вантажів у прорізи, м;

b_1 – відстань від нижнього бруса віконної коробки до нижньої частини конструкції, що монтується, $b = 0,5$ м.

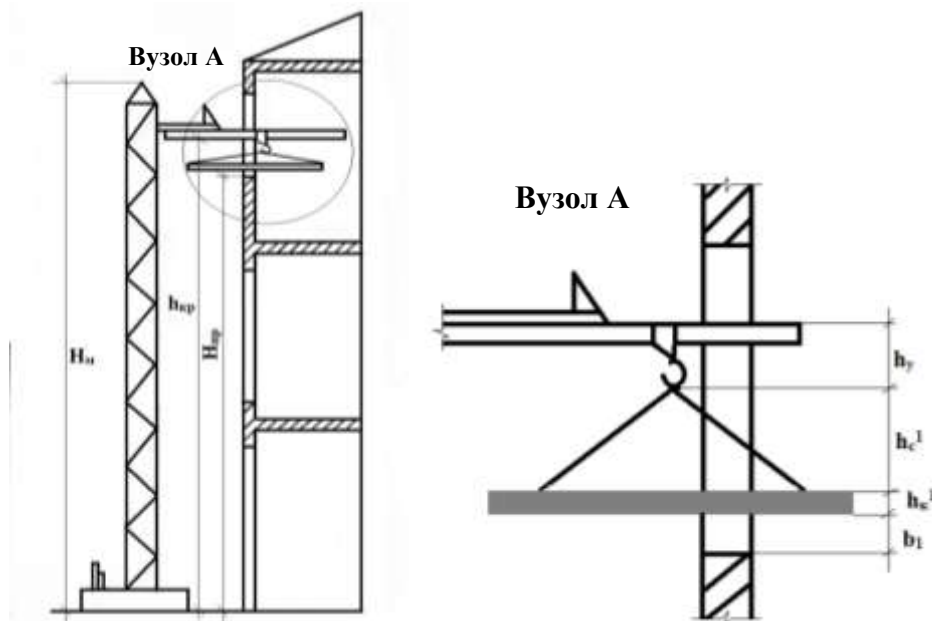


Рисунок 9.4 – Монтаж конструкцій через отвори будівлі

У разі переміщення будівельних конструкцій через вертикальні прорізи необхідну висоту отвору $h_{пт}$ під час використання підвісних вантажопідіймальних засобів з монорельсом $h_{пт}$ (рис. 9.5) визначають за залежності:

$$h_{пт} = h_{бм} + h_m + h_m + h_k^1 + h_c^1 + b_1, \quad (9.2)$$

де $h_{6м}$ – відстань від нижньої частини верхнього краю отвору до верхньої межі монорейки, $h_{6м} = 0,3$ м;

h_m – висота монорейки, м;

h_m – габарит візка від нижньої межі монорейки до низу вантажо-підіймального гака, м.

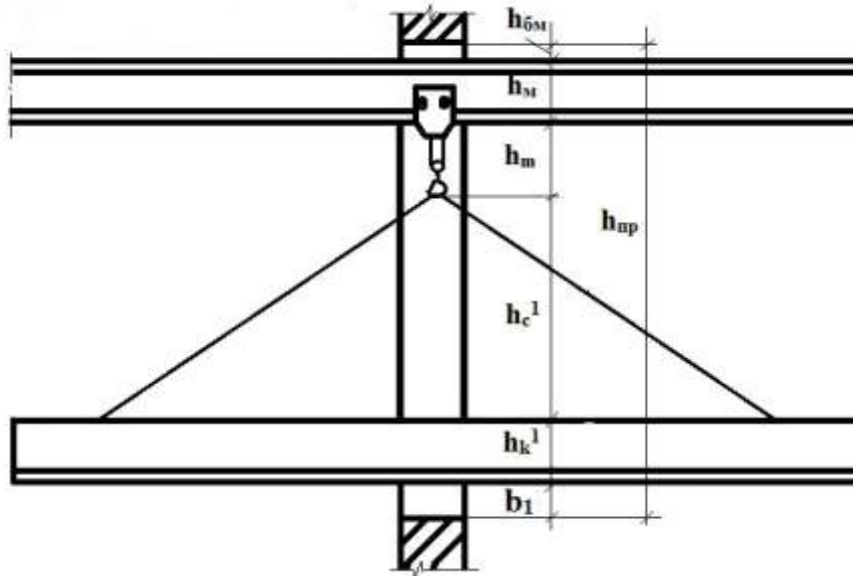


Рисунок 9.5 – Переміщення будівельних конструкцій під час використання підвісних вантажопідіймних засобів

Для разового підймання будівельних конструкцій і технологічного устаткування, а також у разі технічної неможливості або економічної недоцільності використання вантажопідіймальних кранів застосовують монтажні щогли, портали, шеври, переносні монтажні стріли й щоголові крани.

Під час проведення робіт в обмежених умовах, для розроблення ґрунту й під час вантаження відходів, що потрібно утилізувати, зазвичай використовують екскаватори.

Для вантажно-розвантажувальних робіт і переміщення на відносно невеликі відстані різних вантажів в обмежених умовах реконструкції можуть застосовуватися одноковшові навантажувачі на пневмоколісному і гусеничному ході, а також виловні авто- та електронавантажувачі.

Щоб механізувати навантажувально-розвантажувальні й допоміжні малообсягові роботи в обмежених умовах, використовують мобільні гідрокранові установки на базі малогабаритних пневмоколісних тракторів, а також навісне кранове обладнання для одноківшевих гідравлічних екскаваторів.

Засоби малої механізації, застосовувані під час реконструкції, за функційним призначенням поділяють на засоби підмоцнування, вантажозахватні пристрої, механізований інструмент, контейнери й пакети.

Засоби малої механізації ефективно використовувати як нормокомплект, що розраховується для спеціалізованих або комплексних бригад.

До засобів малої механізації належать самохідні риштування й телескопічні підйомники, які застосовують для піднімання робітників,

будівельних матеріалів і конструкцій відповідно до паспортних характеристик під час виконання монтажних, демонтажних, оздоблювальних та інших різновидів робіт.

Застосовуваний механізований інструмент включає свердлувальні електричні та пневматичні машини, ручні гайковерти, шліфувальні машини, механічні ножиці, пристрої для пневматичного розпилення фарби й антикорозійного покриття, механізми для герметизації стиків і швів.

Ручні електричні машини найбільш доцільно використовувати під час робіт на висоті, тому що у разі застосування пневматичних ручних машин необхідно докладати додаткових зусиль для піднімання й утримування повітряпроводного рукава, що призводить до швидкої стомлюваності робітників і зниження продуктивності їхньої праці.

Для виконання робіт поблизу фундаментів слід обмежити використання засобів механізації та засобів виконання робіт, за умови застосування яких виникають динамічні дії: забивання паль молотами, ущільнення ґрунту трамбувальними плитами ударної дії, установлення шпунта віброзанурювачами, розбивання бетонних масивів молотами. У цих випадках застосовують машини для вдавлювання паль і шпунта, розрізання бетону й інші способи, що унеможливають або обмежують динамічні дії.

Для виконання робіт зі зворотного засипання в обмежених умовах застосовують бульдозери, фронтальні й грейферні навантажувачі, однокішшові екскаватори та мостові крани, обладнані грейферами.

Для пошарового ущільнення ґрунту в найменш доступних місцях (нижня частина пазух котлованів і траншей) використовують ручні електричні трамбівки або навісне обладнання для ущільнення ґрунту для вантажопідіймальних кранів, екскаваторів і тракторів.

За умов реконструкції застосовують дахові та мостові крани, з'єднані мостові крани, обладнані тентами для захисту від атмосферних опадів, а також помостами, що оберігають від падіння предметів та іскор під час вогневих робіт.

Застосування певних засобів механізації для подавання та укладання бетонної суміші обумовлюється ступенем обмеженості майданчика, наявності під'їздів та інших специфічних особливостей. Бетонна суміш може подаватися вантажопідіймальними кранами за допомогою цебер і ковшів, бетононасосами, стрічковими бетоноукладачами та транспортерами, віброжолобами, мотовізками та фронтальними навантажувачами.

Подавання бетонної суміші з використанням вантажопідіймального крана доцільно застосовувати під час інтенсивності бетонних робіт до 20 м³ за зміну. У цьому разі кран одночасно використовують під час проведення арматурних і опалубних робіт.

Засоби механізації потрібно обирати, ураховуючи робочі зони, наявні на ділянках виробництва робіт, проїздів і проходів, а також технічних параметрів машин (ємкість ковша, вантажопідйомність, довжина стріли, висота її підйому, продуктивність машин тощо). Для робіт з реконструкції засоби механізації

комплектують шляхом їхнього відповідного відбору, а також дооснащення та модернізації.

На території, яку реконструюють, для транспортних засобів встановлюються гранично допустимі швидкості руху. Зони обмеження швидкості, місця стояння й розворотів позначають відповідними дорожними знаками, добре помітними в будь-який час доби.

Можливе переміщення внутрішньобудівельного транспорту обумовлюється розміщенням на території складів для будівельних конструкцій і майданчиків укрупнювального складування.

Список джерел

1. Качура А. О. Механізація та автоматизація будівництва та ремонтно-будівельних робіт : конспект лекцій / А. О. Качура, О. М. Болотських ; Харків. нац. акад. міськ. госп-ва. – Харків : ХНАМГ, 2010. – 136 с.
2. Якименко О. В. Технологія будівельного виробництва : навч. посібник / О. В. Якименко ; Харків. нац. ун-т. міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 411 с.
3. Кондращенко О. В. Матеріалознавство : навч. посібник / О. В. Кондращенко ; Харків. нац. акад. міськ. госп-ва. – Харків : ХНАМГ, 2007. – 182 с.
4. Панченко В. О. Технологія і механізація будівельних процесів : навч.-метод. посібник / В. О. Панченко, М. Г. Костюк, А. О. Качура, Л. М. Окуневський ; Харків. нац. акад. міськ. госп-ва. – Харків : ХНАМГ, 2005. – 243 с.
5. Веригин Ю. А. Механизация технологических процессов строительства : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Ю. А. Веригин, В. П. Горобец / Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2003. – 298 с.
6. Цветков А. А. Технология возведения зданий и сооружений: конспект лекций / А. А. Цветков ; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2014. – 140 с.
7. Шагин А. Л. Реконструкция зданий и сооружений : учеб. пособ. для строит. спец. вузов / А. Л. Шагин, Ю. В. Бондаренко, Д. Ф. Гончаренко, В. Б. Гончаров. – Москва : Высшая школа, 1991. – 352 с. : ил.
8. Конюков А. Г. Реконструкция зданий, сооружений и застройки : курс лекций / А. Г. Конюков ; Нижегородский гос. архит.-строит. ун-тет. – Нижний Новгород : Изд-во ННГАСУ, 2010. – 63 с.
9. Рачковский Ю. П. Выбор строительного крана : методич. указан. к курс. проэктированию / Ю. П. Рачковский, С. А. Томрачев ; Том. гос. архит.-строит. ун-т. – Томск: Изд-во ТГАСУ, 2012. – 36 с.

Навчальне видання

ЯКИМЕНКО Олег Вікторович

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни

**МЕХАНІЗАЦІЯ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА
І РЕМОНТНО-БУДІВЕЛЬНИХ РОБІТ**

(для студентів 4 курсу денної та заочної форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр, напрям 6.060101 – Будівництво спеціальності «Міське будівництво і господарство»)

Відповідальний за випуск *О. В. Кондращенко*

Редактор *О. А. Норик*

Комп'ютерний набір : *О. В. Якименко*

Комп'ютерне верстання : *О. В. Якименко*

План 2016, поз. 6Л

Підп. до друку 23.02.2016 р.

Друк на ризографі

Тираж 50 пр.

Формат 60x84/16

Ум. друк. арк. 8,0

Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова

вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК №4705 від 28.03.2014 р.